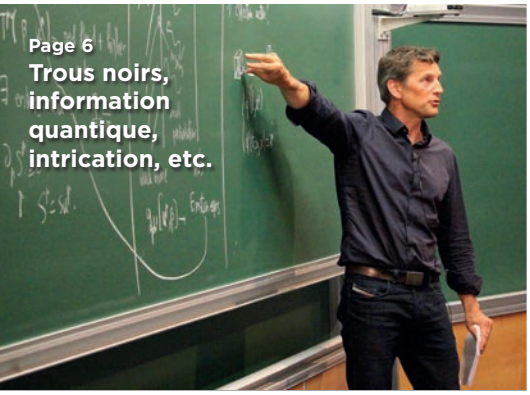
BOIS-MARIE

La lettre annuelle d'information de l'IHES | Numéro 13 | **2017**



Page 6
Trous noirs, information quantique, intrication, etc.

Page 10
Hommage de l'IHES à Cécile DeWitt-Morette

Page 12
Symétrie Miroir Homologique

INSTITUT DES HAUTES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Le Bois-Marie, 35 route de Chartres, 91440 Bures-sur-Yvette, France
+33 1 60 92 66 00 | comdev@ihes.fr | www.ihes.fr

L'IHES, membre fondateur de université PARIS-SACLAY

Éditorial

Aujourd'hui, l'IHES confirme qu'il est plus que jamais à l'avant-garde de la science. Il s'appuie résolument pour ce faire sur l'excellence mais aussi la jeunesse de ses professeurs et chercheurs. Et il a besoin de la contribution de tous pour financer ses projets de développement.

L'IHES s'est distingué récemment par des avancées remarquables obtenues par ses professeurs permanents. Parmi beaucoup d'autres, on peut souligner les calculs théoriques de Thibault Damour sur les ondes gravitationnelles : la troisième observation de ces ondes a confirmé l'importance de la méthode analytique EOB, initiée à l'IHES. Laurent Lafforgue a montré que les conjectures de Langlands sont équivalentes à un ensemble de formules combinatoires qui sont des généralisations non commutatives de la formule de Poisson. Hugo Duminil-Copin a publié des contributions de premier plan sur la percolation et sur les modèles de Potts et d'Ising en physique statistique. Maxim Kontsevich a poursuivi ses travaux séminaux sur la symétrie miroir, la théorie de Hodge et la géométrie symplectique. Vasily Pestun, quant à lui, a eu des résultats frappants sur la réalisation des W-algèbres elliptiques de carquois.

Les résultats de l'IHES s'appuient de manière décisive sur la jeunesse de ses recrutements. L'âge moyen du recrutement d'un professeur permanent de mathématiques à l'IHES est de 31 ans. C'est exactement l'âge d'Hugo Duminil-Copin entré à l'IHES en septembre 2016. Ce choix délibéré en faveur de la jeunesse, loin de représenter une prise de risque, est pour l'IHES un formidable atout : 7 des 10 professeurs mathématiciens ont obtenu la Médaille Fields. Le nombre des jeunes chercheurs de très haut niveau est également fondamental : il y a une quinzaine de post-doctorants en permanence à l'Institut et une demi-douzaine de doctorants, sous la direction des professeurs et du directeur. Autre illustration d'un Institut s'appuyant résolument sur la jeunesse des chercheurs : l'école d'été qui, depuis 2006, accueille plus d'une centaine de jeunes chercheurs au mois de juillet chaque année.

L'IHES ne peut rester à l'avant-garde de la science qu'en menant à bien ses importants projets de développement : à titre d'exemples, parmi d'autres, la création de deux postes de professeurs permanents et la construction d'un nouveau bâtiment. C'est dire l'importance de la nouvelle campagne de levée de fonds qui se prépare pour soutenir un institut en plein développement.

Je ne doute pas que vous rejoindrez celles et ceux qui ont décidé de soutenir les efforts remarquables de l'IHES à l'avant-garde de la science.

Jean-Claude Trichet,
Membre du Comité de Campagne et du Cercle des Mécènes

sommaire

3-4-5-6
Événements

7-8-9
Entretien avec David Ruelle

10-11
Hommage à Cécile DeWitt-Morette

12
Symétrie miroir homologique

13
Professeurs associés

14
Hommage à Marcel Berger

15
Développement

16
Le point de vue de Spencer Bloch

Agenda

Réalisation
IHES, M. Caillat et V. Touchant

Crédits photos
IHES, M.-C. Vergne (pour les plus récentes). Page 11 : DR. Page 15 Alain Connes par J.-F. Dars, Emmanuel Ullmo par L. Bariolet.

Conception graphique
www.blossom-creation.com

Traduction
Hélène Wilkinson Traduction

Une conférence en l'honneur de Masaki Kashiwara

M. Kashiwara

Du 6 au 9 juin 2017, l'IHES a accueilli une conférence célébrant le 70ème anniversaire de Masaki Kashiwara, un grand mathématicien de notre époque.

Professeur au RIMS de l'université de Kyoto où il a poursuivi la plus grande partie de sa carrière et dont il fut directeur, M. Kashiwara est le plus illustre représentant de l'école d'analyse algébrique de Mikio Sato. L'étendue et l'importance des travaux de Kashiwara étant considérables, limitons-nous ici à ne mentionner que quelques thèmes en relation avec la conférence. Il fonda dans son mémoire de master la théorie des D-modules analytiques, en obtint les principaux résultats et établit la correspondance de Riemann-Hilbert pour les D-modules holonomes réguliers. Avec P. Schapira, il créa la théorie microlocale des faisceaux puis celle des ind-faisceaux ; notions désormais centrales dans de nombreuses branches des mathématiques. Par exemple, la théorie microlocale des faisceaux est récemment devenue un outil important en topologie symplectique et celle des ind-faisceaux fut déterminante pour la correspondance de Riemann-Hilbert pour les D-modules holonomes irréguliers.

L'idée de réaliser un tel événement en l'honneur de Masaki est née au Japon alors que les organisateurs (M. Kontsevich, P. Schapira et moi-même) participaient à un trimestre thématique à Sendai en avril 2016. Une grande partie des exposés de la conférence a porté sur des développements récents en analyse algébrique, géométrie algébrique et arithmétique, géométrie algébrique dérivée et correspondance de Riemann-Hilbert. D'ailleurs, M. Kashiwara présenta ses tout derniers travaux sur la correspondance de Riemann-Hilbert dans le cas irrégulier.

Une autre conférence en l'honneur de M. Kashiwara s'est déroulée au RIMS à Kyoto fin juin 2017. Elle porta principalement sur la théorie des représentations et groupes quantiques, domaines où les contributions de M. Kashiwara ont été tout aussi fondamentales et fécondes. La conférence du RIMS compléta ainsi, thématiquement et géographiquement, celle de l'IHES.

Giuseppe Dito, *maître de conférences à l'institut de mathématiques de Bourgogne*

S. Arlot

Statistiques/apprentissage à Paris

Sylvain Arlot a passé un an à mi-temps à l'Institut en 2016 dans le cadre de la convention entre l'université Paris-Sud et l'IHES, permettant à de jeunes enseignants-chercheurs de passer du temps à l'Institut et d'être dispensés de leurs charges d'enseignement. Il avait notamment organisé la conférence « Statistiques/ Apprentissage », qui s'est à nouveau tenue à l'IHES le 19 janvier 2017.

En tant que mathématicien, les sujets qui concernent le traitement et l'analyse des données entrent dans les statistiques, mais dans une approche plus informatique on parle plus souvent de *« machine learning »* Le titre « statistiques/apprentissage » montre une volonté de faire se rencontrer des personnes qui proviennent de disciplines différentes et utilisent un vocabulaire différent mais ont des intérêts communs. De plus, cette année, le fait de co-organiser la conférence avec G. Charpiat, un informaticien, a permis d'inviter des orateurs avec des profils plus variés.

La conférence a attiré beaucoup de jeunes à l'Institut, non seulement parmi les participants, mais aussi parmi les orateurs. L'objectif était clairement de choisir comme orateurs de jeunes chercheurs, qui viennent d'arriver à Paris-Saclay. Ce sont eux qui permettront à cette communauté intéressée à la science des données de se développer, notamment V. Perchet (ENS Paris-Saclay) et M. Lerasle (CNRS, université Paris-Sud et École polytechnique).

Le sujet du traitement et de l'analyse des données, ce qu'on appelle la *« data science »*, est très représenté à l'échelle de Paris-Saclay. Il existe une communauté importante, à forte composante mathématique, qui vient de se former et qui travaille sur des intérêts communs auxquels chacun contribue d'un point de vue différent. Elle inclut des mathématiciens et des informaticiens qui travaillent en divers lieux du campus, très grand et encore mal connecté. Il est alors très important de créer des occasions de rencontre et d'échange, d'où l'idée d'organiser cette conférence.

Même si les statistiques sont peu présentes à l'IHES, ce lieu est idéal pour permettre à des mathématiciens de se retrouver. C'est un lieu de référence pour tous les mathématiciens de la région. À cela s'ajoute le fait que l'on est très encouragé et aidé dans l'organisation de la conférence par le personnel administratif et le directeur.

Sylvain Arlot, *professeur à l'université Paris-Sud*

Cours de l'IHES

Retrouvez le programme 2016-2017 sur YouTube :

Jason Miller
Equivalence of Liouville Quantum Gravity and the Brownian Map
(septembre 2016)

Shou-Wu Zhang,
Faltings Heights and L-series
(octobre 2016)

Christophe Soulé
On the Arakelov Theory of Arithmetic Surfaces
(mars 2017)

Hugo Duminil-Copin
Sharp Threshold Phenomena in Statistical Physics
(avril 2017)

Maxim Kontsevich
Resurgence and Quantization
(mai 2017)

Les Amis de l'IHES

Le jeudi 10 novembre 2016, T. Damour était de nouveau conférencier invité, sur le sujet qui a fait l'actualité scientifique en 2015-2016 : « Ondes gravitationnelles et trous noirs binaires ».

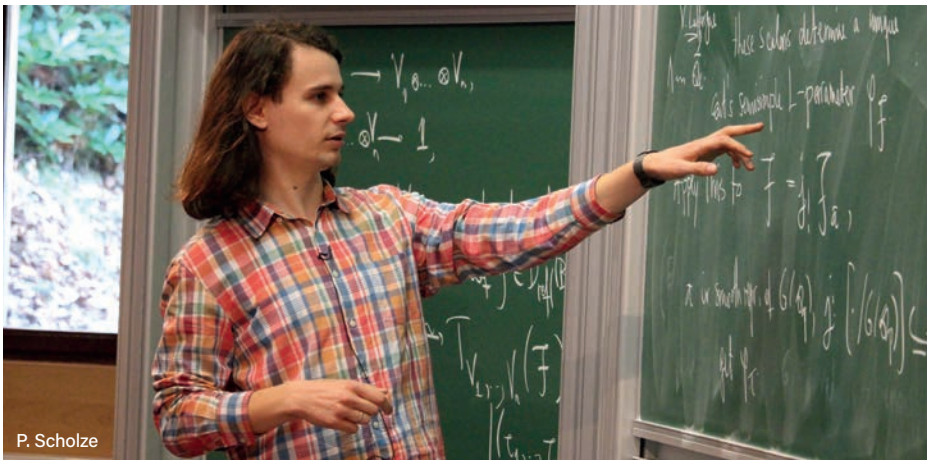
En effet, cette détection a apporté la première preuve directe de l'existence, à la fois des ondes gravitationnelles et des trous noirs, et a inauguré une nouvelle façon d'observer l'univers : l'astronomie des ondes gravitationnelles. La conférence a fait salle comble et un public nombreux, composé d'adhérents de l'association mais aussi de Buressois amateurs de sciences, s'est déplacé à cette occasion.

T. Damour

Le Jeudi 9 mars dernier, c'est une personnalité du monde industriel, F. Barbaresco, ingénieur chez Thales Land & Air System, qui a été invité par P. Cartier et V. Poénaru à faire un exposé assez technique sur « Le radar digital : les structures géométriques de l'information électromagnétique ».

L'association, fidèle à sa promesse de porter à trois le nombre de manifestations par an, a par la suite invité A.-S. Paumier, post-doctorante en histoire des mathématiques à l'IHES. Sa conférence du jeudi 4 mai : « Quel(s) lieu(x) pour quelle(s) mathématique(s) ? » a présenté quelques aspects - intellectuels, scientifiques et bien concrets – qui ont conduit Léon Motchane et ses conseillers à penser et construire l'IHES.

Valentin Poénaru,
président des Amis de l'IHES


P. Scholze

Leçons Hadamard

Les Leçons Hadamard, organisées par la Fondation éponyme, ont été cette année données par P. Scholze du 27 mars au 14 avril dernier à l'IHES.

P. Scholze est un jeune mathématicien allemand, professeur à l'université de Bonn, dont les travaux ont eu, ces dernières années, une influence considérable sur de très larges pans de la géométrie arithmétique. C'est la seconde fois qu'il venait à l'IHES pour faire bénéficier les auditeurs de ses avancées les plus récentes. Sa première série de cours (octobre-novembre 2011) inaugurait la renaissance des cours d'arithmétique et de géométrie algébrique de l'IHES. Il avait, à cette occasion, présenté sa toute récente théorie des perfectoïdes ainsi qu'une de ses premières applications les plus spectaculaires : la démonstration de la conjecture monodromie-poids pour les intersections complètes dans les variétés toriques lisses et projectives. Ses idées ont connu un immense succès et toute une école s'est créée depuis autour des techniques qu'il a continué depuis lors à élaborer. Ces Leçons Hadamard venaient donc tout naturellement s'inscrire dans cette dynamique.

Pour cette nouvelle série de cours, P. Scholze avait choisi de parler de certains des aspects les plus profonds du vaste programme de géométrisation de la correspondance de Langlands locale en inégales caractéristiques inspiré par les travaux que V. Lafforgue avait lui-même exposé à l'IHES dans une série de cours en mars-avril 2013. Il s'est en particulier attaché à préciser les contours d'une théorie de la cohomologie étale pour de nouveaux objets géométriques qu'il nomme diamants et à établir plusieurs résultats basiques (définition des coefficients constructibles, dualité, changement de base, etc.) pour celle-ci. Il a également expliqué comment ces techniques devraient permettre de résoudre diverses conjectures sur certains modèles de variétés de Shimura.

Au vu de l'ampleur du programme esquissé et des développements prévisibles, gageons que cette seconde série de cours n'est pas la dernière !

Ahmed Abbes, *directeur de recherche CNRS à l'IHES*

Séminaire Paris-Tunis

Les écoles mathématiques française et tunisienne entretiennent depuis longtemps déjà d'étroites relations qui se manifestent à travers le grand nombre de doctorants tunisiens en France, les nombreuses collaborations mathématiques ou activités conjointes ainsi que par l'importante diaspora de mathématiciens tunisiens travaillant en France.
Le nouveau vidéo-séminaire organisé conjointement par l'IHES et le Mediterranean Institute for the Mathematical Sciences (MIMS) depuis mai dernier, vise à entretenir et à renforcer ces relations à travers des rendez-vous réguliers. Il se tiendra 3 fois par an simultanément à l'IHES et au MIMS et portera sur des thématiques à chaque fois différentes. Chaque séance comportera deux exposés sur le thème choisi pour l'occasion, l'un donné depuis Paris, l'autre depuis Tunis.

Ahmed Abbes, *directeur de recherche CNRS à l'IHES et* ***Mohamed Ali Jendoub****i, IPEST, Tunis*

Séminaire Itzykson

Depuis novembre 2012, le Labex Mathématique Hadamard a mis en place le "Séminaire Itzykson". Ce séminaire a pour objectif de présenter les questions actuelles de physique mathématique. Il s'adresse aux étudiants de master, doctorants, postdoctorants et chercheurs non spécialistes, mathématiciens ou physiciens théoriciens. Il réunit typiquement une soixantaine d'auditeurs. Chaque session se déroule à l'IHES, sur une journée, et porte sur un thème particulier. Le matin est consacré à un cours introductif donnant un aperçu historique du problème étudié, exposant ses enjeux et les bases de sa formulation mathématique. L'après-midi est composée d'exposés plus spécialisés, donnés par des mathématiciens ou des physiciens, visant à approfondir certains aspects particuliers du thème de la journée.

Le dernier séminaire, en avril 2017, a porté sur l'analyse des séries résurgentes, et leur importance en théorie quantique des champs et en théorie des cordes. La journée a débuté par un cours de M. Mariño (univ. de Genève) sur les effets non-perturbatifs en théorie quantique. L'après-midi a commencé par un exposé de S. Gukov (univ. de Caltech) sur la résurgence et l'invariance modulaire, suivi par M. Kontsevich (IHES) qui a présenté ses travaux sur la topologie semi infinie de la complexification de l'intégrale de chemins. La journée s'est conclue par l'exposé de R. Schiappa (Instituto Superior Tecnico, Lisbonne / CERN) développant en détail certains points du cours de la matinée. Le séminaire est actuellement organisé par N. Curien, T. Damour, M. Kontsevich, K. Mallick, S. Nonnenmacher et moi-même. Le programme des séminaires passés et à venir est consultable à l'adresse https://www.fondation-hadamard.fr/fr/seminaire-itzykson.

Pierre Vanhove, *ingénieur-chercheur au CEA*

Dernière minute

Professeur permanent à l'IHES depuis septembre 2016, Hugo Duminil-Copin vient de recevoir le **Prix Loève** de l'université de Californie à Berkeley et le **Grand Prix Jacques Herbrand** de l'Académie des Sciences. Le conseil européen de la recherche lui a également alloué un prestigieux contrat **ERC Starting Grant**.
Ces trois nouvelles distinctions internationales qui récompensent de jeunes chercheurs mettent en avant l'excellence de ses travaux. Ils confirment la politique de recrutement de l'Institut qui a toujours parié sur de jeunes professeurs permanents (31 ans d'âge moyen, l'âge d'Hugo à son arrivée à l'Institut).

Workshop Huawei-IHES sur le rôle des mathématiques dans le domaine des technologies de l'information et des communications

La 3e édition du workshop Huawei-IHES a eu lieu le 24 avril 2017 dans la continuité d'une série de rencontres annuelles avec les chercheurs du centre de Mathématiques et Algorithmiques de Huawei à Paris.

Ce centre, fondé fin 2014 avec plus de 70 mathématiciens, développe des algorithmes et nouveaux concepts mathématiques avec des applications dans le domaine de la 4.5G, la 5G, la virtualisation des réseaux et le *Big Data* pour les réseaux. Ces rencontres, ouvertes aux participants extérieurs, permettent aux chercheurs de Huawei de présenter leurs problématiques mathématiques dans le domaine des technologies de l'information et des communications et de discuter des récentes avancées dans différents domaines des mathématiques.

Cette année, les discussions se sont focalisées sur le potentiel des nouveaux outils mathématiques dans le domaine de l'intelligence artificielle permettant de nouvelles ruptures technologiques pour les réseaux de télécommunications. Les orateurs invités, Nikos Paragios (CentraleSupélec) *« Data Mining Though Higher Order Probabilistic Graphical Models »*, Hang Li (Huawei) *« Building Better Connected World with Artificial Intelligence Technologies »*, Gilles Wainrib (Owkin) *« Transfer Learning and Collaborative AI »* et Jean Ponce (École Normale Supérieure et Inria) *« Weakly Supervised Structure Discovery in Images and Videos »*, ont présenté leur récents travaux dans le domaine du *« machine learning »* suivis d'une série de questions-réponses avec le public. Le workshop s'est conclu par un panel d'échanges avec les participants et les orateurs, animé par Emmanuel Ullmo et moi-même, permettant de répondre à la question : « Sommes-nous à l'aube d'une théorie mathématique fondamentale de l'intelligence artificielle ? »

Mérouane Debbah, *directeur du centre de Mathématiques et Algorithmiques, Huawei*

J. Ponce

G. Wainrib

Nouveaux professeurs associés

CHAIRE SCHLUMBERGER POUR LES SCIENCES MATHÉMATIQUES

Raymond E. Goldstein, physicien à Cambridge University (Royaume-Uni). Ses centres de recherche sont la physique statistique non-linéaire, avec un intérêt tout particulier pour la physique biologique, à la fois théorique et expérimentale.

Annick Harel-Bellan, directrice de recherche au CNRS. Elle a été directrice du Service de Biologie Intégrative et de Génétique Moléculaire (SBI-GeM) du CEA au sein duquel elle dirigeait le laboratoire Épigénétique et Cancer et l'équipe Aspects Épignénétiques de la Prolifération et de la Différenciation Cellulaire.

Nader Masmoudi (à partir de 2018), mathématicien à New York University (USA). Il s'intéresse au développement des travaux de L. Landau à propos de l'amortissement de Landau et de L. Euler à propos de la statique des fluides. Ses travaux relatifs aux équations hydrostatiques sont appréciés par des scientifiques comme C. Villani par exemple. Ils évoquent les probabilités, l'analyse et la géométrie.

CHAIRE ISRAEL GELFAND DE MATHÉMATIQUES

Sergiu Klainerman, mathématicien à Princeton University (USA). Analyste d'équations différentielles partielles, il s'intéresse à la relativité générale. Ses recherches actuelles vont vers la théorie mathématique des trous noirs. Il s'intéresse également à la formation dynamique des surfaces piégées et des singularités.

Dennis Gaitsgory (à partir de 2018), mathématicien à Harvard University (USA). Son domaine de recherche est le programme de Langlands géométrique.

S. Solodukhin

D. Page

V. Rosenhaus

J. Barbon

« Trous noirs, information quantique, intrication, etc. »

Le groupe de travail « Trous noirs, information quantique, intrication, etc. » s'est réuni à l'IHES du 29 mai au 1er juin. Il avait pour objectif de rassembler des chercheurs de très haut niveau venus de France et d'ailleurs qui s'intéressent à ces domaines variés de recherche exploratoire présentant des zones d'intersection. La conférence a démarré avec trois exposés. J. Barbon (univ. Autonoma de Madrid) a détaillé les différentes incarnations de ce que l'on appelle « paradoxe de l'information », en les reliant à des concepts de la théorie de l'information quantique. D. Page (univ. d'Alberta) a fait un tour d'horizon de bon nombre des échelles du temps qui interviennent dans la physique des trous noirs. Son étude fait état de 197 ordres de grandeur. Un nombre faramineux, qui replace dans leur contexte l'audace des chercheurs dans ce domaine et l'ampleur des défis auxquels ils doivent se confronter. V. Rosenhaus (KITP, univ. de Californie, Santa-Barbara) a exposé les propriétés du modèle SYK de la mécanique quantique, qui a récemment fait l'objet de nombreuses études. Il a souligné les aspects presque conformes du rayonnement infrarouge, les reliant à une théorie de l'hyperespace qui s'apparente presque à une théorie de gravitation en deux dimensions à constante cosmologique négative. Le modèle présente plusieurs caractéristiques intéressantes, notamment un lien avec le chaos fort.

Des exposés sur ces domaines ont ensuite été donnés sur plusieurs journées. Les exposés reflétaient aussi bien la variété des thématiques étudiées que leur complémentarité. On pourra accéder au programme complet en consultant https://indico.math.cnrs.fr/event/2273/other-view?view=IHEStimetable Plusieurs exposés avaient pour objet l'étude des propriétés des trous noirs : leurs micro-états (I. Bena), leur chaos (B. Craps) et une traversée novatrice et sans risque de leur trou de ver a également été proposée (J. Maldacena). Des rapports ont aussi été présentés sur les résultats des études de l'intérieur des trous noirs, leur mécanisme de thermalisation (K. Papadodimas), leurs horizons (S. Solodukhin), leur formation lors de collisions (G. Veneziano) leur propriété de rétention de mémoire (G. Gibbons). Un aperçu a été donné des nouveaux aspects de grands N-systèmes qui ont peut-être également un lien avec la physique des trous noirs (V. Rivasseau, R. Gurau, F. Ferrari). Des présentations ont également été données sur l'étude des relations entre les trous noirs et la gravitation d'une part et la dynamique des fluides d'autre part (J. de Boer), des systèmes de solides (D. Shepelyansky) et des systèmes hors équilibre (J. Kurchan)
La conférence a été organisée par T. Damour, V. Pestun et moi-même.

Eliezer Rabinovici, *professeur associé à l'IHES, chaire Louis Michel de physique théorique*

G. Veneziano et R. Russo

Entretien avec David Ruelle

D. Ruelle en 2015

L'historienne des sciences, Anne-Sandrine-Paumier (IHES), a évoqué avec David Ruelle ses souvenirs de l'IHES dans les années 60, parfois considérées comme l'âge d'or de l'IHES. Cet entretien est disponible sur la chaîne YouTube de l'Institut.

David Ruelle, vous êtes physicien mathématicien et vous avez rejoint l'IHES en 1964. Pourriez-vous nous expliquer pourquoi vous avez choisi de venir ici ?

Commençons au commencement. Mes études universitaires se sont déroulées en Belgique, qui était mon pays à l'époque. J'ai d'abord fait deux années d'études d'ingénieur pour m'orienter ensuite vers la physique et les mathématiques et me retrouver finalement avec un doctorat en physique de l'université Libre de Bruxelles en 1959. J'ai séjourné à l'ETH (l'École Polytechnique Fédérale) de Zurich avant et après mon doctorat et c'est là que ma carrière scientifique a réellement démarré. En 1962, j'ai rejoint l'Institute for Advanced Study (IAS) à Princeton pour une période de deux ans, au terme de laquelle je pouvais rester aux États-Unis, ou bien rentrer à Zurich. Une autre possibilité s'est alors présentée : un nouvel institut qui s'appelait l'IHES, à Bures-sur-Yvette. Ma femme penchait pour Bures parce que c'était en France et j'y ai accepté un poste permanent. En fait, cet endroit s'est avéré être exceptionnel sur le plan scientifique et très agréablement situé. La situation financière de l'IHES frisait la catastrophe mais cela ne m'inquiétait pas trop car la science de l'époque était bien différente de celle que nous connaissons aujourd'hui : les chercheurs scientifiques étaient peu nombreux et l'argent ne manquait pas. Je suis donc venu m'installer à l'IHES, un endroit formidable, tout en restant prêt à décoller vers un autre pays, si d'aventure l'IHES périclitait. C'est une attitude qui m'a bien servi tout au long de ma carrière.

Vous souhaitez parler de l'âge d'or de l'Institut des Hautes Etudes Scientifiques. Avez-vous connu d'autres âges d'or ailleurs ?

Cela fait plus de 60 ans que je baigne dans le monde universitaire, dans différents pays, et j'ai connu un certain nombre d'institutions de bon niveau et j'en ai connu quelques autres qui étaient extraordinaires. La différence entre les deux réside dans le fait que, dans les endroits extraordinaires, je me sentais vraiment tiré vers le haut intellectuellement, du fait de mes interactions avec d'autres personnes. Il arrive qu'un seul scientifique arrive à créer quelque chose d'extraordinaire autour de lui dans son domaine de compétence. C'était le cas de R. Jost en théorie quantique des champs à l'ETH de Zurich dans les années 60 et c'est encore le cas de J. Lebowitz en mécanique statistique à l'université Rutgers. Un endroit multidisciplinaire extraordinaire peut également voir le jour lorsque plusieurs scientifiques se partagent la tâche de l'organisation scientifique. J'ai pu en trouver un exemple magnifique à l'IAS lorsque j'y ai séjourné de 1962 à 1964. C'était à l'époque où l'on rencontrait T.D. Lee, C.N. Yang, F. Dyson, J.R. Oppenheimer, entre autres, parmi les physiciens. Un autre exemple magnifique était l'IHES, dans lequel j'ai rejoint A. Grothendieck, R. Thom et L. Michel en tant que « membre permanent » en 1964. Les « membres permanents », c'est ainsi que l'on nommait le corps professoral de l'IHES ; il y avait également des visiteurs temporaires. Malheureusement, les endroits extraordinaires ne le restent pas forcément et quand je suis retourné à l'IAS en 1970-71, les mathématiciens et les physiciens étaient en plein conflit, de sorte que l'endroit n'avait plus rien d'extraordinaire à mes yeux. L'IHES a également connu une période de crise en 1970, avec le départ de Grothendieck, et j'ai décidé de partir à Princeton pendant un an. Mis à part cet épisode, l'IHES a pu profiter de plusieurs décennies au meilleur niveau, qui sont pour moi l'âge d'or de l'IHES, dont je vais parler ici.

En quoi une institution est-elle extraordinaire plutôt que simplement de bon niveau?

Tout d'abord, il vous faut des personnes de qualité. Cela peut paraître arrogant de ma part étant donné que je faisais partie de ces personnes mais le fait est que tous les membres permanents de l'IHES étaient de renommée internationale de par leurs travaux. Un endroit extraordinaire ne se fait pas avec des gens médiocres et les membres permanents de l'IHES à l'époque de sa grandeur n'avaient rien de médiocre. C'est encore le cas aujourd'hui et les membres permanents actuels de l'IHES

D. Ruelle dans les années 1990

D. Ruelle en 1982

ne craignent pas la comparaison avec le corps professoral de l'IAS, par exemple. Je dois ajouter par ailleurs que Léon Motchane, le premier directeur de l'IHES, n'avait rien de médiocre non plus.

L'IHES a donc démarré avec des gens de qualité. Quoi d'autre ?

Il n'existe pas de recette simple qui garantirait la création d'un endroit extraordinaire. À ses débuts, l'IHES bénéficiait d'un atout important : à l'instar du modèle de l'IAS à Princeton, c'est le corps professoral qui prenait les décisions scientifiques. Ce qui veut dire que les membres permanents jouaient de leurs contacts internationaux pour faire venir à Bures-sur-Yvette des scientifiques à la réputation déjà bien ancrée, aussi bien que de jeunes talents. Le niveau des personnes qui sont venues à l'IHES est impressionnant, avec J.-P. Serre et I. Segal, par exemple, qui sont restés pendant un an. Ma femme a une liste de ceux qui sont venus dîner à la maison : on peut y lire les noms de F. Dyson, E. Wigner, R. Peierls, parmi tant d'autres.

Pourquoi ne pas laisser aux administratifs le soin de prendre les décisions scientifiques, sur les conseils de scientifiques spécialisés ?

Un bon administratif demandera aux spécialistes d'évaluer une application lambda par rapport à une application lambda prime, mais on peut faire mieux : laissez tomber lambda et lambda prime et allez chercher AA. Les premiers membres permanents de l'IHES n'étaient pas des spécialistes. Grothendieck insistait sur le fait qu'il était généraliste, pas spécialiste. On arrive à un programme cohérent quand les décisions sur les politiques scientifiques suivent des discussions entre des personnes compétentes qui seront chargées de les mettre en œuvre. Là où les décisions d'un bon administratif peuvent suivre la mode, celles que prenaient les membres permanents de l'IHES devançaient la mode.

Est-ce vraiment si facile que cela de faire les bons choix en matière de politique scientifique ?

Ce n'est pas facile du tout. Devancer la mode, c'est risquer de se tromper mais suivre la mode, c'est la certitude de rester un peu médiocre. Ce qui s'appelait à l'époque le comité scientifique de l'IHES a vu des discussions houleuses entre les membres permanents et le directeur. Il peut être tentant de supprimer les discussions houleuses et d'éviter le conflit. Mais c'est au risque de perdre l'aspect extraordinaire de la science qu'on essaie de faire avancer.

David Ruelle, en ce qui vous concerne, que vous a apporté l'âge d'or de l'IHES ?

Quand je suis arrivé à l'IHES je travaillais sur la mécanique statistique à l'équilibre, un domaine de la physique théorique dont la structure mathématique sous-jacente est particulièrement riche. Avec R. Dobrushin et O. Lanford, nous sommes notamment arrivés à une compréhension locale-globale des états à l'équilibre à volume infini (plus tard, on a employé le terme « équation DLR » pour décrire notre résultat). J'ai écrit deux livres sur la structure de la mécanique statistique à l'équilibre. En même temps, j'écoutais les exposés de R. Thom sur un tout autre sujet, les systèmes dynamiques différentiels. J'ai également eu des échanges avec S. Smale et ses collaborateurs, qui m'ont enseigné la théorie des systèmes dynamiques hyperboliques, qui avait été développée en partie par des mathématiciens russes. Et puis un miracle s'est produit : le Russe Y. Sinai a découvert un lien profond entre la mécanique statistique à l'équilibre et la dynamique hyperbolique, fondée sur ce qu'il appelait les partitions de Markov. Cela m'a ouvert un tout nouveau champ d'investigation pour lequel j'avais les compétences nécessaires. J'ai introduit le concept des opérateurs de transfert, contribué à l'étude des mesures de Sinai-Ruelle-Bowen, etc. Ces notions étaient importantes pour comprendre la turbulence hydrodynamique, la théorie du chaos ; voilà en quelques mots un aperçu de mon travail à l'IHES à l'époque de son âge d'or.

> « Devancer la mode, c'est risquer de se tromper, mais suivre la mode, c'est la certitude de rester un peu médiocre. »

Pourriez-vous expliquer le positionnement et le rôle de l'IHES, à l'époque, par rapport à la science française et aussi plus largement, à l'international ?

Les statuts de l'IHES ne lui prévoyaient pas un rôle spécifique dans la science française. Cela venait plutôt des relations personnelles que les membres permanents entretenaient avec leurs collègues français. Pour les mathématiques, il y avait toute une série d'exposés : le séminaire Thom, le séminaire Grothendieck, le séminaire Deligne etc., qui attiraient de nombreux participants d'Orsay, de Paris et des visiteurs étrangers comme S. Smale et B. Mazur. Grothendieck et plus tard Deligne avaient un certain nombre d'étudiants qui collaboraient avec eux. En physique, j'avais initié un séminaire qui a rapidement été rejoint par L. Michel et plus tard par d'autres membres permanents. Il s'agissait plutôt d'un colloque de physique (en prenant la physique au sens très large) : nous demandions des exposés à toutes sortes de chercheurs étrangers qui visitaient la région parisienne (B. Mandelbrot en est un exemple typique). Le séminaire de physique attirait beaucoup de monde d'Orsay, de Saclay etc. ; les gens venaient dès que le conférencier ou le titre de l'exposé les intéressait. Il y avait aussi

beaucoup d'interactions entre les membres permanents de l'IHES et les visiteurs étrangers. Les équations DLR que j'ai mentionnées plus tôt sont le résultat de ma collaboration avec Lanford qui était alors visiteur. Dobrushin, quant à lui, ne pouvait quitter l'Union Soviétique mais nous entretenions une correspondance et échangions nos publications.

A l'IHES, vous avez été collègue d'Alexandre Grothendieck pendant plusieurs années. Que pouvez-vous nous dire à son sujet ?

Grothendieck fait partie des personnes dont la contribution à la science a été extraordinaire, mais qui ont connu une existence compliquée, comme Galilée ou Turing. La façon dont Grothendieck a abandonné les mathématiques me fait penser à Arthur Rimbaud qui a abandonné sa carrière littéraire au profit d'un trafic obscur en Afrique de l'Est. On pourrait mentionner ici également Newton et ses diverses activités non-scientifiques. Ces noms que je viens de citer illustrent des parcours dont l'objet n'était pas de faire une carrière brillante mais d'essayer de réaliser quelque chose de général, quelque chose qui tenait à cœur à Grothendieck, à Rimbaud ou à Newton. Je me permets d'interrompre cette discussion de Grothendieck pour raconter une anecdote personnelle. J'avais reçu, au début de ma carrière, une lettre me demandant si je souhaitais accepter un petit prix scientifique ; j'ai répondu poliment que les prix scientifiques ne m'intéressaient guère et j'oubliai l'affaire. J'ai ensuite reçu une deuxième lettre qui disait : *« Félicitations, vous êtes le lauréat du prix X ! »* et j'ai senti que je ne pouvais pas le refuser. Plus tard, j'ai compris petit à petit que si on voulait survivre dans le monde de la recherche scientifique de haut niveau, il fallait accepter des prix, devenir membre d'académies et ainsi de suite. Grothendieck aurait dit que je m'étais corrompu. Ce qui m'importait davantage que les prix, c'était les grandes randonnées que je faisais, la plupart du temps seul, dans des endroits reculés du Mexique, de l'Iran, de l'Équateur… C'étaient là des expériences personnelles auxquelles j'attachais de l'importance mais quand j'en parlais avec mes collègues, souvent, ils pensaient que je me vantais de mes prouesses physiques (ce qui n'était absolument pas le cas). J'évitais donc de parler de mes randonnées, du fait que j'avais lu l'*Historia Calamitatum* d'Abélard en latin ou bien d'autres choses qui me tenaient à cœur. C'est ainsi que je m'en suis mieux sorti dans le monde scientifique que Grothendieck, Galilée ou Turing, pas en étant meilleur sur le plan scientifique, mais en étant un peu plus circonspect.

> « Grothendieck fait partie des personnes dont la contribution à la science a été extraordinaire. »

Revenons à Grothendieck. C'était le fils d'un anarchiste russe qui avait été vendu par les autorités françaises aux autorités allemandes puis assassiné à Auschwitz (en plus d'être anarchiste, il était également juif). Grothendieck lui-même n'était pas vraiment anarchiste mais il ne témoignait pas non plus aux autorités la dose de respect qui nous épargne des ennuis. Politiquement, il était incroyablement naïf. Ayant été en contact direct avec Grothendieck, ayant étudié une (petite) partie de ses travaux mathématiques et ayant lu ses écrits non-mathématiques, je pense avoir une vision assez complète du personnage. La personne qui écrivait : *« Mon ambition de mathématicien ma vie durant, ou plutôt ma joie et ma passion, ont été constamment de découvrir les choses évidentes »* est la même personne qui était incroyablement naïve sur le plan politique. La personne qui pouvait décider de créer des branches entières de mathématiques novatrices était la même personne qui respectait peu les autorités. La personne qui consacrait ses jours et ses nuits à développer un monde mathématique est la même que celle qui a quitté les mathématiques pour passer son temps à faire ce qu'il appelait de la méditation. On ne peut pas dire que Grothendieck ait « abandonné les mathématiques » et soit « devenu fou », il s'est adonné à une quête existentielle primordiale pour lui.

Biographie

Né à Gand (Belgique) en 1935, David Ruelle effectue ses études primaires et secondaires à Mons où il a également fait deux années d'études d'ingénieur civil et a obtenu le diplôme de candidat ingénieur civil de la Faculté Polytechnique de Mons en 1955. Cette même année, il a également obtenu des compléments correspondant aux diplômes de candidat en Sciences Mathématiques et candidat en Sciences Physiques à l'université Libre de Bruxelles.

Il a ensuite étudié à Bruxelles et obtenu en 1957 le diplôme de licencié en Sciences Physiques, et en 1959 de docteur en Sciences Physiques. Ce doctorat avait été préparé à Zurich avec R. Jost.

Après une année de service militaire comme soldat dans l'infanterie belge (1959- 1960), il a passé deux ans à l'Ecole Polytechnique Fédérale à Zurich comme assistant de recherche, puis aussi comme Privatdozent. Il est ensuite resté deux ans (1962-1964) comme membre à l'Institute for Advanced Study de Princeton, où il est également retourné pendant l'année 1970-1971. Il est professeur permanent de physique théorique à l'IHES depuis 1964, honoraire depuis 2000.

David Ruelle apporte nombre de contributions majeures et durables en théorie quantique des champs, en mécanique statistique ainsi que dans la théorie des systèmes dynamiques. Plus récemment, à l'exception d'un retour sur le théorème de Lee-Yang sur les zéros de certains polynomes apparaissant en mécanique statistique de l'équilibre, il s'est surtout occupé du problème de la réponse linéaire dans la théorie des systèmes dynamiques différentiables et des applications à la mécanique statistique du non-équilibre.

QUELQUES DATES CLÉS

1935
Naissance à Gand (Belgique)

1955
- Diplômé candidat ingénieur civil de la faculté polytechnique de Mons
- Diplômé de candidat en sciences mathématiques et candidat en sciences physiques à l'université libre de Bruxelles

1959
Docteur en sciences physiques

1964
Professeur permanent de physique théorique à l'IHES

2000
Professeur honoraire à l'IHES

Cécile DeWitt-Morette

L'IHES a appris avec tristesse le décès de Cécile DeWitt-Morette survenu le 8 mai 2017. Scientifique de renom, ses travaux se situaient à la frontière des mathématiques et de la physique. Si elle avait mené sa carrière aux États-Unis, elle était néanmoins très impliquée dans la vie scientifique française. Elle a notamment été très active à l'IHES dont elle a été administratrice de 1996 à 2014.

Au-delà de sa stature scientifique internationale, c'était une femme qui inspirait l'admiration et qui, lorsqu'elle venait à l'Institut, échangeait avec tous dans la bonne humeur. Pour rendre hommage à cette femme d'exception, l'IHES a choisi de publier le portrait qu'avait fait d'elle son amie Yvonne Choquet-Bruhat lors de sa cérémonie de promotion au rang d'officier de la légion d'honneur que l'Institut avait eu le plaisir d'accueillir en 2011.

« Cécile a conçu l'école d'été des Houches, comme chacun sait, pour compenser son mariage avec un étranger, Bryce DeWitt. Cécile a fait bâtir et vivre cette école grâce à son énergie, sa persévérance, son énergie et son intelligence, entre autres, des relations humaines. Elle a dirigé pendant plus de vingt ans cette école, toujours prospère aujourd'hui. Elle n'a pas seulement ressuscité la physique théorique française, elle a aussi formé les plus grands physiciens du monde entier, grâce à sa perspicacité dans le choix des sujets et des conférenciers, ainsi que grâce à sa clairvoyance, son courage et sa ténacité pour l'organisation du travail et de la vie quotidienne. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce sujet bien connu de tous les physiciens. Je ne ferai aussi que signaler le rôle de Cécile dans la création par le financier - mathématicien Motchane de ce merveilleux Institut qu'est l'IHES (...)

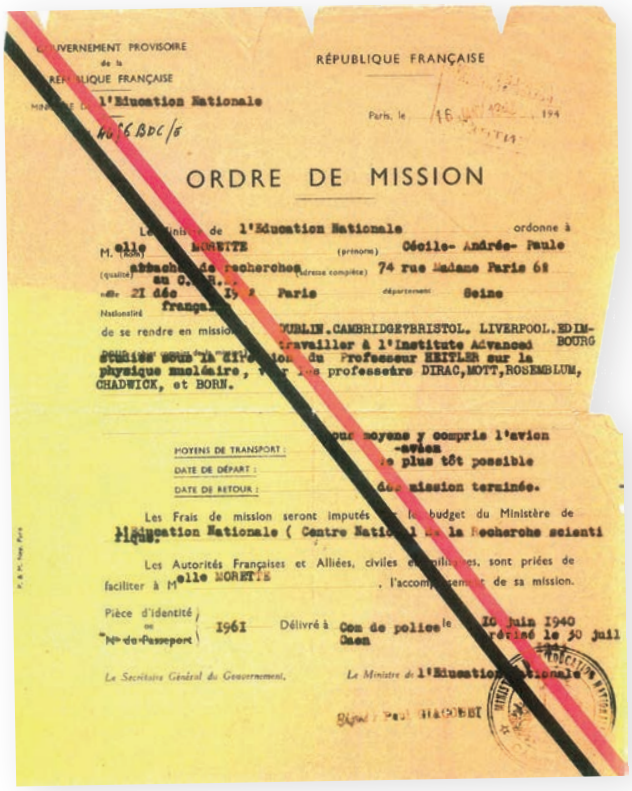
Cécile et moi nous trouvions la même année en 7ème (CM2) au lycée Victor Duruy à Paris, mais dans des sections parallèles. Je n'ai fait connaissance de Cécile que quelque vingt ans plus tard, quand j'allai la voir à l'Institut Poincaré, sur les conseils de Georges Darmois, pour lui demander de participer quinze jours à son école. Cette belle jeune femme me répondit alors très fermement : *« les séjours à l'école, c'est tout (deux mois à l'époque) ou rien »*. Ce fut rien.

C'est à un congrès qu'elle avait organisé en 1957 à Chapel Hill que j'ai véritablement fait la connaissance de Cécile. C'était le premier de la Société Générale Relativité et Gravitation (GRG). Les membres fondateurs étaient les grands relativistes de l'époque : Wheeler, Lichnerowicz, M.A. Tonnelat, Bergman, Fock, et bien sûr Bryce DeWitt, un grand physicien et un homme épris d'aventures, digne de Cécile, peut-être pas toujours facile à vivre, mais Cécile savait aussi gérer sa vie familiale, mari et 4 filles, ce que j'ai aussi admiré. Le congrès à Chapel Hill a été comme tout ce que fait Cécile, un grand succès : il a marqué l'avènement de la Relativité Générale comme une véritable théorie physique, reposant sur des mathématiques en plein essor, l'analyse sur les variétés et les équations aux dérivées partielles non linéaires. La société GRG créée à Chapel Hill sous l'impulsion du couple DeWitt comprend maintenant plus de mille membres, ses congrès trisannuels courent le monde ainsi que ses participants chaque fois plus nombreux.

Ayant pu apprécier Cécile à Chapel Hill je l'ai invitée à Paris. Elle a fait à l'Institut Poincaré une série de conférences sur son sujet favori, l'intégrale de Feynman, qui ont fasciné le public et moi-même. Malheureusement, les difficultés d'interprétation mathématique en termes usuels ont découragé mon esprit terre à terre. Par contre, Cécile s'est intéressée à la géométrie différentielle moderne à l'époque, et a même offert de traduire en anglais un livre relativement élémentaire que j'avais écrit sur ce sujet. Je trouvais que c'était indigne d'elle et je lui ai suggéré que nous écrivions ensemble un livre plus complet, contenant aussi de l'analyse et des applications à la physique, qui pourrait servir aux physiciens. C'est ainsi que nous avons écrit *« Analysis, Manifolds and Physics »* puis un deuxième volume *« 92 applications »* transformé lors d'une édition suivante augmentée en Volume II. Ce fut un grand plaisir d'écrire ces livres avec Cécile. Elle est comme moi, et même encore plus, toujours désireuse d'apprendre du nouveau. C'est une grande travailleuse qui aime conduire tout travail jusqu'au bout, tout calcul dans ses détails et toute théorie dans sa généralité.

> « Elle n'a pas seulement ressuscité la physique théorique française, elle a aussi formé les plus grands physiciens du monde entier, grâce à sa perspicacité dans le choix des sujets et des conférenciers. »

Mais Cécile est ouverte aux suggestions et son aimable caractère rend la collaboration avec elle des plus agréables. Bien sûr, ses remarquables dons pour les relations sociales et ses qualités d'organisatrice ont aussi aidé à l'achèvement, comme à tout ce



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 16 [illegible] 194

ORDRE DE MISSION

Le Ministre de l'Education Nationale ordonne à M. elle MORETTE (prénoms) Cécile- Andrée- Paule (qualité) attaché de recherches (adresse complète) 74 rue Madame Paris 6e au C.N.R.S., né le 21 déc [illegible] à Paris (département) Seine Nationalité française de se rendre en mission DUBLIN.CAMBRIDGEYBRISTOL. LIVERPOOL.EDIMBOURG pour travailler à l'Institute Advanced Studies sous la direction du Professeur HEITLER sur la physique nucléaire, [illegible] les professeurs DIRAC,MOTT,ROSEMBLUM, CHADWICK, et BORN.

MOYENS DE TRANSPORT : pour moyens y compris l'avion -avion

DATE DE DÉPART : le plus tôt possible

DATE DE RETOUR : date mission terminée.

Les Frais de mission seront imputés sur le budget du Ministère de l'Education Nationale (Centre National de la Recherche scientifique).

Les Autorités Françaises et Alliées, civiles et militaires, sont priées de faciliter à Mlle MORETTE l'accomplissement de sa mission.

Pièce d'identité ou N° de Passeport 1961 Délivré à Com de police le 10 juin 1940 Caen prorogé le 30 juil [illegible]

Le Secrétaire Général du Gouvernement. Le Ministre de l'Education Nationale

Signé : Paul MARGHERI

Ordre de mission de Cécile Morette lui permettant de partir en Irlande et en Grande-Bretagne (1946). Dans un entretien à Physics Today (2008), Cécile se rappelle avec précision son étonnante rencontre avec Dirac et comment il lui a raconté ce qu'il avait fait pendant la guerre. Elle a ensuite rejoint l'Institute for Advanced Study de Dublin pour travailler avec Heitler.

qu'elle entreprend, de nos livres et à leur publication. La différence de nos spécialités a malheureusement pour moi interrompu notre collaboration d'écriture, mais heureusement pas notre amitié. Cécile n'avait jamais abandonné ses recherches sur l'intégrale de Feynman, commencées après sa rencontre aux États-Unis avec Dyson et Feynman, sa thèse préparée à Dublin et soutenue à Paris avait un sujet tout différent. Avec ses nombreux élèves Cécile a obtenu sur cette belle et mystérieuse intégrale des résultats profonds et variés. On peut en trouver un certain nombre dans le livre écrit en collaboration avec P. Cartier sur l'intégration fonctionnelle, publié par Cambridge University Press. Cécile a aussi édité récemment, après le décès de Bryce, un livre *« The pursuit of Quantum Gravity, memoirs of Bryce DeWitt »*, publié chez Springer. ”

Quelques souvenirs de la naissance de l'IHES

Extraits du discours de Cécile DeWitt-Morette à l'occasion du Cinquantenaire de l'IHES (2008)

“ Le 10 mars 1947, je reçois inopinément un télégramme de Oppenheimer m'offrant un poste d'une année à l'Institute for Advanced Study à Princeton. Ultérieurement je compris que Oppenheimer, dans l'esprit du plan Marshall, avait invité deux jeunes chercheurs européens : Sheila Power de Dublin et moi-même. En France nous étions, sans guère nous connaître les uns les autres, une poignée de jeunes physiciens à la recherche de stages à l'étranger pour participer aux travaux récents développés aux États-Unis, au Canada et en Angleterre – travaux dont nous commencions à prendre connaissance mais que nous n'étions pas en mesure de comprendre, faute d'une formation en physique quantique et en physique statistique.

La France était alors scientifiquement isolée. Plusieurs circonstances avaient contribué à son déclin scientifique :

- La mécanique quantique se développait dans les pays où la mécanique est rattachée à un département de physique et non pas de mathématiques comme en France.
- Les professeurs ne pouvaient être que français de par leur statut de fonctionnaire.
- Il n'y avait pas d'enseignement au niveau de ce qui devint le 3ème cycle.
- Professeurs et étudiants vivaient dans des mondes séparés et ne se rencontraient guère.

La guerre ébranla fortement un édifice déjà branlant, mais la culture fondamentale était excellente et le renouveau fut rapide. Il fallait toutefois des institutions nouvelles offrant sans restriction de nationalité ni d'âge un enseignement intensif des travaux récents. Ce fut dès 1951 l'École d'été de Physique théorique des Houches ; l'IHES fut peu après l'autre institution qui contribua au renouvellement scientifique en Europe et dans d'autres pays du monde (...) Comme Motchane je ressentais profondément le besoin de nouvelles institutions, mais j'étais plus pressée que lui. Je m'étais imposée comme condition à mon mariage avec Bryce DeWitt de créer une école d'été de physique théorique aux Houches. L'école fut créée par décision du Conseil de l'université de Grenoble le 18 avril 1951. Notre mariage fut inscrit à l'État Civil le 26 avril et célébré le 2 mai (...) ”

L. Katzarkov, M. Kontsevich

Symétrie miroir homologique

Au XXème siècle, l'étude de la géométrie a largement été consacrée, avec un succès retentissant, à la classification et à la paramétrisation des objets géométriques. Ces objets, de différentes sortes, étaient cependant tous considérés comme étant des « ensembles de points ». Progressivement, le lien avec les structures catégoriques s'est intensifié. En 1995, M. Kontsevich, professeur permanent à l'IHES, introduit le concept de symétrie miroir homologique (HMS). Un changement subtil s'ensuit et on commence à considérer que la « géométrie » s'inscrit dans des structures catégoriques. Par ailleurs, le développement en parallèle de la théorie n-champs fait que les structures géométriques ne sont plus simplement considérées comme étant des « ensembles de points » mais plutôt comme des objets qui renferment des structures supérieures.

Modèle d'une surface de Kummer

Alors que nous abordons la deuxième décennie du XXIème siècle, la physique des particules élémentaires est sur le point de connaître un bouleversement profond, qui sera occasionné par les nouveaux résultats expérimentaux nous venant du LHC au CERN. Ces derniers serviront à déterminer quelle sera la meilleure piste, parmi la multitude de possibilités théoriques qui nous sont offertes actuellement, pour aborder la théorie quantique des champs à l'échelle des hautes énergies. L'objectif principal de ces théories est de déterminer quels sont les bons paramètres. Il va donc y avoir prochainement beaucoup de travail à accomplir sur le plan théorique, qui va très certainement nécessiter de nouveaux outils et de nouvelles façons de travailler.

Étant donné le lien entre la HMS et les théories de la supersymétrie, le lien entre les catégories supérieures et la théorie quantique des champs topologiques, le lien entre les fonctions de partition et la cohomologie non-abélienne, les structures catégoriques deviennent essentielles pour comprendre ces nouveaux domaines de la physique théorique. La géométrie du XXIème siècle et son application à la physique passera par l'étude de nouvelles sortes d'objets, pour lesquels la notion de structure catégorique jouera un rôle primordial. Les objets que nous avons décrits ci-dessus font partie de ceux qui paraissent le mieux placés pour produire les techniques nouvelles et originales permettant de rapprocher différents domaines des mathématiques et de la physique.

Une nouvelle équipe s'est constituée à l'IHES pour s'attaquer à ces problématiques. Ses membres sont M. Kontsevich, F. Haiden, C. Simpson, L. Katzarkov, P. Pandit et l'équipe s'inscrit dans le cadre des collaborations Simons.

Leurs travaux sont axés principalement sur :
- L'établissement des fondements de la géométrie Kählerienne catégorique. L'équipe est en train de développer une correspondance catégorique à la Donaldson Uhlenbeck Yau.
- L'établissement d'un lien EDO – filtrage dans les catégories. L'équipe est en train de réexaminer la théorie classique des variétés centrales.

Ludmil Katzarkov,
professeur à l'univ. Wien

La collaboration Simons sur la HMS

Les collaborations Simons sont des programmes de haut niveau financés par la Fondation Simons, dont l'objectif est d'aborder un problème théorique revêtant une importance scientifique fondamentale et pour lequel des avancées significatives ouvrent un nouveau champ d'investigation ou bien de nouvelles orientations de recherche dans un domaine déjà bien connu.

Créée fin 2015, la Collaboration Simons sur la symétrie miroir homologique (HMS) rassemble un groupe de mathématiciens de tout premier plan dont les travaux visent à prouver la HMS dans toute sa généralité et d'en explorer toutes les applications.

En janvier 2017, l'université de Miami a accueilli un atelier sur la thématique HMS, organisé par les collaborateurs Simons.
Toutes les vidéos sont disponibles sur la chaîne YouTube de l'université de Miami : https://www.youtube.com/playlist?list=PLRvRIIEdQFMuCX5rrl-HyA2Y3RrJGMXGyc

En mai 2017, la Collaboration Simons sur la HMS a également organisé un atelier intitulé *« Homological mirror symmetry and higher genus invariants »* au Simons Center for Geometry and Physics (SCGP) à Stonybrook (USA).
Toutes les vidéos sont disponibles sur le site web de SCGP : http://scgp.stonybrook.edu/video_portal/results.php?event_id=213

Chaire Israel Gelfand

Ma recherche reflète un goût prononcé pour l'analyse géométrique, qui me vient de Louis Nirenberg, mon directeur de thèse principal, et un intérêt marqué pour les équations différentielles partielles hyperboliques et leurs nombreuses applications aux problèmes de physique, que je tiens de F. John, mon autre directeur de thèse. J'ai eu la chance de pouvoir contribuer au remarquable développement ces cinquante dernières années de ce que l'on pourrait appeler l'analyse géométrique lorentzienne. Il s'agit désormais d'une thématique à part entière, avec une véritable méthodologie et de nombreuses réussites importantes à son actif, même si elle est encore, hélas, beaucoup moins bien connue que sa cousine, l'analyse géométrique riemannienne. Sur le plan formel, les deux se ressemblent : toutes deux abordent des concepts géométriques similaires, comme les connexions, les métriques, la courbure etc. La différence se manifeste, et elle est de taille, lorsque nous nous concentrons sur des problèmes spécifiques qui nécessitent la résolution d'équations différentielles partielles. Ces dernières sont typiquement des systèmes elliptiques du second ordre en géométrie riemannienne et des systèmes d'équations d'ondes du second ordre en géométrie lorentzienne. Il existe de nombreuses équations de ce type en géométrie lorentzienne qui sont très intéressantes mais aucune ne peut prétendre à la beauté et à l'importance des équations de champs d'Einstein, les équations fondamentales de la relativité générale (RG). À l'époque de mon doctorat au Courant Institute, les mathématiciens américains étaient très peu nombreux à étudier la RG. Et pourtant, il s'est avéré que le résultat de ma thèse présentait un lien naturel avec un célèbre problème en RG non encore résolu, celui de la stabilité de l'espace de Minkowski. Ce lien, sur lequel S.T. Yau a attiré mon attention en 1978, m'a valu de vivre une folle aventure au pays merveilleux de la RG pendant douze ans, qui s'est finalement soldée par la solution d'un problème en collaboration avec D. Christodoulou. Après cela, j'étais accro.

Au cours des dix dernières années, j'ai travaillé sur les problèmes liés aux trous noirs et plus précisément sur les problèmes de rigidité, stabilité et d'effondrement que j'aime appeler « les tests mathématiques de la réalité des trous noirs ». Le problème de la stabilité, par exemple, teste la stabilité des solutions de Kerr - qui sont des solutions spécifiques et explicites des équations d'Einstein - aux perturbations arbitrairement petites. Étant donné que le concept de trous noirs a pour base ces solutions de Kerr, la preuve mathématique d'instabilité réfuterait leur réalité physique. Le problème de stabilité est désormais un domaine de recherche très dynamique et plusieurs équipes de mathématiciens tentent de prouver que les trous noirs existent effectivement dans la réalité physique et pas seulement en tant qu'objets mathématiques.

Actuellement, je collabore avec J. Szeftel, de l'université Paris 6 ; nous travaillons sur une première preuve de la stabilité non-linéaire de l'espace-temps de Schwarzschild - un cas particulier des espaces de Kerr - aux perturbations restreintes. Il s'agit d'un projet que nous avons démarré il y a près de six ans et que nous devrions pouvoir achever bientôt. La route sera longue pour arriver à une preuve complète de stabilité, qui reste un but lointain. Mais ce qu'il y a de merveilleux, c'est que ce problème génère quantité de mathématiques belles et profondes et aussi beaucoup de convivialité.

Sergiu Klainerman,
professeur associé à l'IHES

Chaire Schlumberger

Un des domaines scientifiques qui se développent le plus rapidement se situe à l'intersection de la biologie, de la physique et des mathématiques. Des avancées expérimentales permettant une quantification sans précédent des processus biologiques expliquent cette croissance qui tient aussi à un changement dans l'état d'esprit de la communauté des physiciens, cette dernière s'étant saisie des questions fondamentales au cœur de la biologie. Parmi elles figure l'origine de la multicellularité, c'est-à-dire comment et pourquoi des organismes unicellulaires sont devenus plus importants (avec davantage de cellules) et plus complexes (avec différents types de cellules). C'est là l'objet d'une bonne partie de mes recherches et pendant mon séjour à l'IHES j'ai donné une série d'exposés expliquant comment les expériences et la théorie se rejoignent pour aborder ce sujet.

Mon groupe de travail à Cambridge rassemble des physiciens, des mathématiciens et des biologistes, qui étudient les organismes pouvant nous éclairer sur les origines de la multicellularité. Parmi eux figure notamment une classe d'algues vertes qui va de la cellule unique à des espèces de plus de 50 000 cellules permettant d'étudier les lois de l'échelonnement qui sous-tendent la transition de la cellule unique à des cellules multiples, ainsi que les questions de contrôle distribué qui surviennent dans les sensations et réactions d'organismes dotés de tant de constituants différents mais dépourvus de système nerveux central. Ces espèces présentent également des caractéristiques de développement qui servent de modèle chez les organismes supérieurs pour certains processus tels que la gastrulation.

Nous étudions également des phénomènes de la mécanique des fluides, tels que la dynamique d'interconversion des surfaces minimales. Un problème mathématique classique consiste à déterminer la surface minimale qui s'appuie sur un contour donné, qu'on matérialise dans un laboratoire avec une bulle de savon s'appuyant sur un cadre en fil de fer. Souvent, une petite déformation rend le film savonneux instable et déclenche un processus dynamique rapide, donnant une nouvelle surface minimale. Malgré la somme de travail considérable qui a été consacrée aux surfaces minimales elles-mêmes, notre compréhension de ces problèmes de dynamique en est à ses balbutiements. Lors de mon dernier exposé à l'IHES j'ai présenté les progrès récents dans ce domaine qui proviennent de l'imagerie à haute vitesse conjuguée à la théorie de la stabilité.

Pendant mon séjour à l'IHES, j'ai profité de nombreux échanges avec le groupe élargi des biologistes mathématiciens qui sont présents ici, échangeant des idées sur la biologie évolutive et développementale ainsi que sur de curieux problèmes d'électrophysiologie. J'ai également eu l'occasion de travailler sur des problèmes plus appliqués, tels que les mathématiques des forces frictionnelles dans des faisceaux de matériaux fibreux. Je pense que ces sujets formeront la base de collaborations futures enrichissantes.

Raymond E. Goldstein,
professeur associé à l'IHES

L'IHES, par Marcel Berger (1988)

“ Peut-être que plus que tout autre discipline les mathématiques pures sont une science cumulative : les théories qui ont été démontrées une fois sont définitivement acquises. Cela n'empêche pas pour autant que cette science soit plus vivante et en expansion que jamais. Les théories peuvent évoluer à la lumière de nouvelles conceptions et se prêter à des modes de raisonnement inattendus. Les mathématiques, malgré le niveau d'abstraction de certaines de leurs branches, malgré leurs difficultés de communication avec les autres grandes disciplines, temporaires et toujours victorieusement surmontées, mettent à disposition d'une communauté scientifique de plus en plus large d'immenses champs de connaissances qui sont à la fois d'une efficience intellectuelle prodigieuse et d'une esthétique gratifiante. Pour tenir ce rythme de développement de leur domaine et de leur utilité pour autrui, doivent être largement offertes en même temps aux chercheurs : d'une part des rencontres, des confrontations, des séminaires, des chocs d'idées entre savants, d'autre part, la possibilité de périodes de calme plus au moins temporaires mais absolues. L'IHES est l'un des rares endroits de la planète qui permettent cela.

On peut dire que jusqu'à la fin du XIXe siècle la physique fut souvent l'œuvre de savants qui étaient tout autant mathématiciens que physiciens : Archimède, Pascal, Newton, Leibnitz, Gauss, Ampère, Maxwell, Poincaré. Mais aujourd'hui avec l'augmentation des connaissances et l'ampleur prise par les expériences, physiciens et mathématiciens se sont en quelque sorte séparés. Ce ne fut pas un divorce mais plutôt le dédoublement de frères siamois : l'interaction, la fertilisation croisée entre ces deux disciplines commença dès le début du [XXe] siècle. Les mathématiciens progressent sous la poussée de deux forces qu'on ne peut ni ne doit essayer de séparer : la recherche contemplative de la nature et les besoins des autres sciences, ceux de la physique en particulier. De même la physique se développe à la fois par elle-même et avec l'aide des mathématiques au fur et à mesure qu'elles se créent .(...) Cette fertilisation croisée permet à la physique à la fois d'être assurée sur des bases solides et d'augmenter sa capacité de science prédictive. Vu l'importance croissante de ces rapports entre la physique et les mathématiques, il était naturel que le fondateur de l'Institut y développât une section en physique théorique. ”

M. Berger au début des années 1990

Hommage à Marcel Berger

Né le 14 avril 1927, Marcel Berger a obtenu une licence ès sciences mathématiques (1951) à l'École normale supérieure et une licence ès sciences physiques (1953) à l'université de Paris où il a également passé sa thèse en 1954. Il entre au CNRS en 1951 puis a été nommé dans différentes universités en France, Strasbourg, Nice et Paris, mais aussi à l'étranger, au Massachusetts Institute of Technology ainsi qu'à l'université de Californie à Berkeley. En 1985, il prend la direction de l'IHES jusqu'en 1994.

Il a été président de la Société Mathématique de France (1979-1981), membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris et membre de l'American Mathematical Society. Il a reçu les palmes académiques et a été nommé officier de la Légion d'honneur.

Géomètre riemannien à large spectre, on doit à Marcel Berger notamment le théorème du pincement 1/4, un des points de départ de la géométrie globale. Dès sa thèse préparée sous la direction d'A. Lichnerowicz, il s'est intéressé aux groupes d'holonomie des métriques riemanniennes dont il a donné la première liste en 1955. Ces travaux ont été repris ultérieurement par J. Simons, et beaucoup d'autres car le sujet des groupes d'holonomie est devenu d'un grand intérêt en physique théorique dès la fin des années 1980.

Marcel Berger était notamment l'auteur de deux livres de cours de mathématiques faisant référence : « *Géométrie différentielle, variétés, courbes et surfaces* », co-écrit avec B. Gostiaux (éditions PUF) et « *Géométrie* » (éditions Cassini). Son influence dépasse le cadre de ses publications et ses ouvrages et études ont inspiré un public allant au-delà de la sphère de ses étudiants.

Son séminaire et son influence dans l'organisation des tables rondes de son ami A.L. Besse est une composante importante de l'héritage mathématique de Marcel Berger. Son séminaire de géométrie riemannienne à l'université Paris VII dans les années 80 et 90 a accueilli des mathématiciens aguerris comme de jeunes chercheurs. Pour les participants, c'était une opportunité rare d'échanges vivants et informels et une source d'inspiration.

Sous sa direction, l'IHES recrute J. Bourgain en 1985 (qui obtiendra la médaille Fields en 1994) et T. Damour en 1989. Il a également beaucoup contribué à faire connaître en France les travaux de M. Gromov.

L'IHES accueillera **la conférence** ***« Riemannian Geometry: Past, Present, Future, a homage to Marcel Berger »*** organisée par P. Bérard (institut Fourier, Grenoble), G. Besson (CNRS & université Grenoble Alpes) et P. Pansu (université Paris-Sud) **du 6 au 9 décembre 2017.** Le comité scientifique de cette conférence se compose de W. Ballmann (universität Bonn), L. Bérard Bergery (université de Lorraine), J.-P. Bourguignon (CNRS & IHES), Y. C. de Verdière (université Grenoble Alpes), M. Gromov (IHES), J. Lafontaine (université de Montpellier).

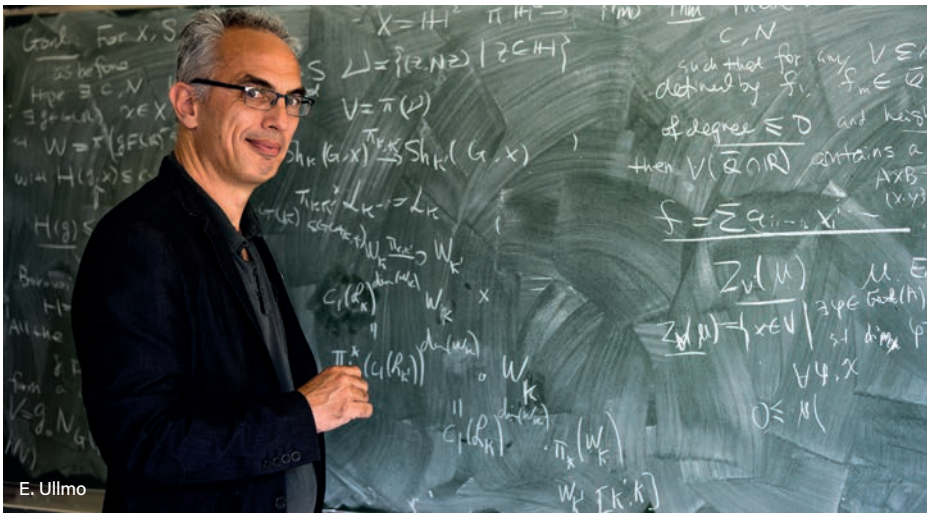
Le Cercle des Mécènes

En juillet 2016, l'IHES lançait son Cercle des Mécènes avec pour vocation de rassembler des partenaires, entreprises et particuliers, qui partagent la passion de la science et s'engagent pour préserver le modèle de recherche de l'IHES.

Le bilan de la première année est extrêmement positif avec 100 000€ collectés et un programme de rendez-vous scientifiques de haute volée : cours de mathématiques avec Emmanuel Ullmo et petits-déjeuners avec Thibault Damour puis Alain Connes. Autant d'événements exceptionnels qui ont permis aux mécènes de directement échanger avec ceux qui font la science contemporaine.

À la rentrée, c'est Gabriele Veneziano qui parlera aux mécènes de l'IHES de la théorie des cordes. Il reviendra sur le contexte scientifique de l'année 1967 qui a conduit à sa découverte, pendant l'été 1968, de l'"amplitude de Veneziano" qui a été le point de départ de la théorie des cordes.

Pour plus d'informations sur l'adhésion au Cercle des Mécènes et le programme, contactez Marie Caillat (caillat@ihes.fr)


E. Ullmo

Coopération scientifique en Chine et au Japon

Alain Connes

Jean-Pierre Bourguignon, directeur de l'IHES de 1994 à 2013 et professeur émérite depuis 2013, chaire Nicolaas H. Kuiper, poursuit les initiatives asiatiques de l'Institut. Il s'est ainsi rendu à Hong Kong et a pu présenter l'actualité scientifique de l'IHES aux soutiens de l'Institut qui étaient réunis à l'invitation du Consulat.

Le comité de soutien de l'IHES, l'Ambassade de France au Japon et une dizaine d'entreprises japonaises ont également pu discuter avec Jean-Pierre Bourguignon des derniers développements de l'Institut lors d'un déjeuner présidé par l'Ambassadeur Thierry Dana.

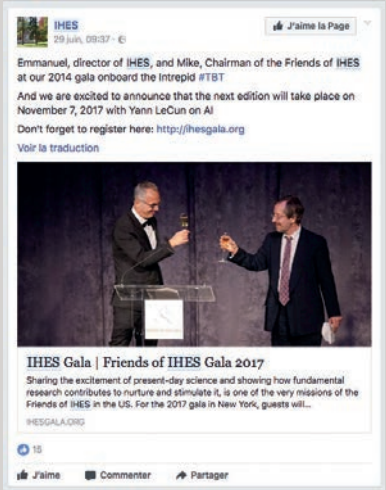
Ce déplacement asiatique s'est achevé avec un déjeuner organisé par le Consulat de Shanghai en marge de la conférence en l'honneur des 70 ans d'Alain Connes. À cette occasion, Jean-Pierre Bourguignon, Alain Connes et Sir Michael Atiyah ont pu échanger avec la presse chinoise sur l'importance des mathématiques.

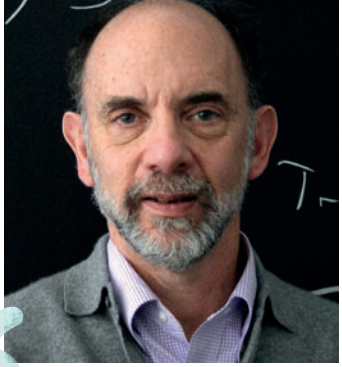
Point Com

IHES a lancé en décembre dernier son **nouveau site web**. Pour tout savoir sur le programme d'événements, découvrir la communauté de l'Institut ou s'informer sur l'actualité scientifique, RDV sur **www.ihes.fr**

Grâce à une programmation exigeante et des captations de qualité, la **chaîne YouTube de l'Institut** vient d'atteindre les 10 000 abonnés et de dépasser le million de vues !

Pour encore plus d'actualités sur l'IHES et la recherche fondamentale en générale, l'Institut est aussi sur **Facebook**.





le point de vue de....

Spencer Bloch

Spencer Bloch est professeur émérite R.M. Hutchins à l'université de Chicago. Il a beaucoup travaillé avec, notamment, F. Brown, P. Cartier, D. Kreimer et P. Vanhove à l'IHES. Il est, depuis décembre 2014, professeur associé à l'IHES, chaire Israel Gelfand.

Ma première visite à l'IHES remonte à une journée de juin, en 1968. J'ai une très mauvaise mémoire mais je suis sûr que A. Weil, J. Tate, A. Grothendieck, et J.-P. Serre étaient présents. Tate donnait un cours. Le bâtiment principal était plus petit à l'époque et il me semble que le tableau se trouvait à l'emplacement actuel de la machine à café. Je me souviens que les commentaires des participants avaient agacé Tate, qui s'était écrié *« Mon dieu! »* Weil déclara alors qu'il voulait aller se promener. Ou bien c'est la promenade qui a précédé le cours.

1968 fut une année plutôt mouvementée en France. Il y avait des manifestations à Paris et on sentait partout l'odeur des gaz lacrymogènes. Le fonctionnement de la ligne B était aléatoire, ce qui faisait que je n'allais pas très souvent à Bures. Mon directeur de thèse, S. Kleiman, travaillait avec Grothendieck. Steve était fier de son travail (sur le schéma Picard), mais l'atmosphère était tendue. Je n'ai pas rencontré Grothendieck. (Cela peut paraître bizarre mais les mathématiciens sont bizarres. En fait, je n'ai rencontré Grothendieck qu'une seule fois dans ma vie. À cette occasion, j'ai posé des questions sur les « conjectures standard » de Grothendieck, que Kleiman avait suggérées à un moment donné comme sujet de ma thèse. Grothendieck répondit qu'elles seraient peut-être résolues de son vivant. Ce en quoi il se sera trompé : à ce jour, ces conjectures restent ouvertes.)

Bien entendu, 49 ans, c'est long. L'Institut a beaucoup changé. Il est plus grand, plus dynamique, plus passionnant. Les mathématiques aussi sont plus grandes, et plus ouvertes également. Je me retrouve à discuter avec des physiciens, chose que je ne faisais jamais auparavant. D'ailleurs, le concept même de « discussion » ou de communication a évolué. Le livre dans le salon de thé qui recense tous les cours à venir contenait autrefois des pages entièrement vierges. On venait à l'institut, on allait dans son bureau et on se mettait au travail. Aujourd'hui, la plupart des articles mathématiques sont rédigés par plusieurs auteurs mais dans les années 60, ce n'était pas le cas. Permettez-moi de raconter une anecdote. Pendant une bonne partie de mon parcours professionnel, mon héros intellectuel (en fait, c'était le héros intellectuel de la plupart des géomètres algébristes qui venaient à l'institut) était P. Deligne. Je n'aurais jamais osé le déranger dans son bureau mais je pouvais l'aborder à l'heure du déjeuner. J'étais en train de travailler sur ce qui est devenu le complexe Rham-Witt en cohomologie *p*-adique. Un jour, au déjeuner, Pierre me dit qu'il y avait une erreur dans mon texte. C'était une erreur minime ; j'avais modifié une partie du texte et omis de modifier la référence correspondante mais ce n'était pas cela qui comptait. P. Deligne lisait mon article ! Cela peut paraître étrange à l'ère de l'internet et de Math ArXiv, où tout le monde lit les articles de tout le monde, mais c'est intéressant de voir comme les choses ont changé et de s'interroger sur les conséquences plus profondes de ces changements externes à l'avenir.

« L'Institut a beaucoup changé. Il est plus grand, plus dynamique, plus passionnant. Les mathématiques aussi sont plus grandes, et plus ouvertes également. »

L'Institut entretenait des liens étroits avec les universités françaises voisines, notamment celle d'Orsay, du moins en ce qui concerne la géométrie algébrique. Je participais régulièrement à des séminaires à Orsay et y donnais moi-même des cours. Je me rappelle avoir donné une série d'exposés sur la cohomologie motivique. En fait, j'ai oublié le détail du contenu de mes cours, par contre, je me souviens qu'il y avait un restaurant au Guichet que nous appréciions particulièrement. Les jours de séminaire, tout le monde s'entassait dans deux ou trois voitures et partait au restaurant. Bien entendu, les déjeuners dans les restaurants français étant ce qu'il sont (ou du moins ce qu'ils étaient), on traînait à table et cela finissait toujours avec une course jusqu'aux voitures pour foncer à Orsay et arriver à l'heure au cours.

C'est étrange comme l'esprit s'attarde sur les détails. Les conversations au déjeuner, se promener en août dans les bois de l'institut et se faire piquer par les aoûtats, jouer au volley à l'Ormaille... Un institut mathématique n'est pas qu'un hôtel avec des tableaux. Au fil des années, l'IHES a connu un succès spectaculaire en tant que centre mathématique et j'ai été très heureux d'y participer. De temps à autre, quand je vais prendre le thé et que je savoure une madeleine, je me remémore le parcours fascinant que j'y ai vécu.

Agenda 2017/2018

Du 6 au 8 septembre 2017, IHES **- Rentrée des Masters de mathématiques** de l'univ. Paris-Saclay

9 octobre 2017, IHES **Rentrée de l'École doctorale mathématique** Hadamard (EDMH)

Du 24 au 27 octobre 2017, IHES **Quantum Gravity : Physics and Philosophy** – conférence organisée par G. Catren, T. Damour, E. During et F. Zalamea.

7 novembre, New York, **Gala de Friends of IHES** sur l'Intelligence Artificielle avec Y. Lecun

Du 6 au 9 décembre 2017, IHES **Riemannian Geometry : Past, Present and Future, a Homage to Marcel Berger** – conférence organisée par P. Bérard, G. Besson et P. Pansu.

Du 8 au 12 janvier 2018, IHES **Hamiltonian Methods in strongly Coupled Quantum Field Theory** - Workshop organisé par S. Rychkov.

Du 5 au 9 mars 2018, IHES **Conférence Schlumberger, bi-scope math/bio « From Molecules and Cells to Human Health »** – organisée par N. Segev, A. Harel-Bellan, M. Gromov et N. Morozova.

Du 9 au 12 avril 2018, IHES **Workshop GOMAX2018**

Du 14 au 18 mai 2018, IHES **Conférence de clôture de l'ERC AAMOT** organisée par M. Harris et G. Henniart

Du 11 au 15 juin 2018, IHES **Arithmetic and Algebraic Geometry - conférence en l'honneur d'Ofer Gabber à l'occasion du son 60ème anniversaire**, organisée par A. Abbes, S. Bloch, L. Illusie et B. Mazur.

28 juin 2018, IHES **Journée en l'honneur de Pascal Massart pour ses 60 ans.**

Du 9 au 20 juillet 2018, IHES **École d'été « Supersymmetric localization and exact results »** – organisée par E. Pomoni, B. Le Floch et M. Yamazaki.

Décembre 2018, IHES **Colloque en l'honneur d'Alain Valette pour ses 60 ans**, organisé par I. Chatterjee, Y. Cornulier, S. Moon, R. Tessera et Y. Stalder.

Les Cours de l'IHES reprennent en septembre 2017. Tous les détails sur le site de l'IHES.