

BOIS-MARIE

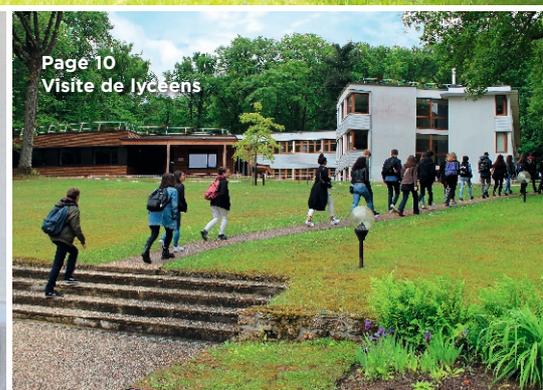
La lettre annuelle d'information de l'IHES | Numéro 15 | 2019



Page 6
Les Cours de l'IHES



Page 8
Création de deux
chaires triennales



Page 10
Visite de lycéens



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, memore fondateur de université
PARIS-SACLAY

Éditorial



C'est un grand et beau spectacle de voir l'homme sortir en quelque manière du néant par ses propres efforts ; dissiper par les lumières de sa raison les ténèbres dans lesquelles la nature l'avait enveloppé ; s'élever au-dessus de lui-même, s'élancer par l'esprit jusque dans les régions célestes ; parcourir à pas de géant, ainsi que le soleil, la vaste étendue de l'univers ; et, ce qui est encore plus grand et plus difficile, rentrer en soi pour y étudier l'homme et connaître sa nature, ses devoirs et sa fin. » C'est un peu une petite provocation que de citer Rousseau en préambule d'une revue scientifique, lui qui disait aussi que la nature mérite attention car « elle ne ment point » alors que la science est le fruit de « l'autorité des hommes qui sont menteurs et qui affirment beaucoup de choses qu'il faut croire sur leur parole, fondée elle-même le plus souvent sur l'autorité d'autrui. »

Pour autant, c'est un plaisir de relire Rousseau à notre époque agitée et affolée, qui doute de son futur et l'aborde avec des rigueurs perdues et des certitudes défailantes. Savoir sortir du néant des fausses affirmations dans un monde où toutes les ruptures sont à l'œuvre ; transformation économique, transformation écologique, transformation sociale et politique, etc. C'est une épreuve où il faut s'élever au-dessus de soi. Il est alors utile de retrouver le temps long de la rigueur scientifique et de l'excellence, et ce, dans des terres neutres de toute pression. C'est cet air que l'on respire à Bois-Marie, au cœur de l'IHES, dès que l'on franchit la grille d'entrée.

Il faut saluer ceux qui depuis 60 ans ont su préserver cette arche de liberté consacrée à la science et aux mathématiques. En particulier, saluer tous les scientifiques qui ont construit la réputation de cette institution et certainement en premier lieu Alexandre Grothendieck dont l'œuvre et la vie partagent la même grandeur, la même rigueur.

Aux laboratoires des Bell Labs, depuis plus d'un siècle, une culture de liberté de recherche est aussi largement entretenue, on y aime résoudre de grands problèmes. À l'image d'un Claude Shannon qui y construisit toutes les composantes de la théorie de l'information, on y aime traiter des questions fondamentales. La découverte du transistor, celle du Big Bang, des cellules photovoltaïques, des circuits CMOS, l'invention du langage C et de Unix, entre autres, sont autant de technologies qui transformèrent le XX^e siècle et qui valurent neuf prix Nobels à nos aînés.

Aujourd'hui aux Bell Labs, nous pensons et construisons les plateformes numériques de demain, celles qui lieront monde physique et virtuel, celles qui, on l'espère, contribueront à un développement harmonieux du monde. Mais nous savons qu'il nous faut garder le temps long, la sérénité, la curiosité et la liberté qui prévaut à toute grande découverte. Et c'est sans doute cela qui nous a guidé dans notre partenariat avec l'IHES, à Bois-Marie où « la nature ne ment pas. » Pour y retrouver l'homme de Rousseau « s'élever au-dessus de lui-même, s'élancer par l'esprit jusque dans les régions célestes. »

Jean-Luc Beylat,

Président de Nokia Bell Labs France



sommaire

3-4-5-6-7

Vie scientifique
- événements

8-9

Vie scientifique
- chaires triennales

10

Grand public

11

Développement

12

Souvenirs de l'IHES
de...

Agenda

Réalisation

IHES, M. Caillat, F. Dufour et
V. Touchant

Crédits photos

©IHES/FD - MCV - VT
©BFA Benjamin Lozovsky
© Beit al-Hikma

Conception graphique

www.blossom-creation.com

Traduction

Hélène Wilkinson Traduction

Aspects de la théorie géométrique des groupes

Du 8 au 19 juillet 2019, l'IHES accueillait l'École d'été « *Aspects of Geometric Group Theory*. » Organisée par E. Breuillard, R. Canary, I. Chatterji, P. Dani et F. Kassel, cette édition a réuni une centaine de jeunes chercheurs qui ont pu suivre les exposés d'experts internationaux.

Un groupe est un objet mathématique fondamental qui encode les notions naturelles de symétrie et de transformation. La théorie géométrique des groupes est un domaine qui étudie les propriétés algébriques de groupes au travers des propriétés topologiques et géométriques des objets sur lesquels ils agissent. Comme domaine distinct, la théorie géométrique des groupes a acquis son identité dès les années 90, notamment suite au théorème de la croissance polynomiale de M. Gromov, professeur émérite de l'IHES, qui montre qu'un groupe à croissance polynomiale possède un sous-groupe nilpotent d'indice fini.



Pour cette école, nous avons choisi des facettes géométriques de la théorie. F. Dahmani a discuté de l'hyperbolicité à la Gromov, qui synthétise les idées de géométrie hyperbolique classique et qui a donné naissance à tout un ensemble de techniques. G. Walsh a parlé des bords d'espaces hyperboliques, et Y. Minsky du complexe des courbes, un graphe hyperbolique qui est un outil puissant pour l'étude du groupe modulaire d'une surface de genre supérieur à 2. Y. Benoist a parlé de groupes arithmétiques, une classe de groupes obtenus comme groupes de matrices mais qui dans beaucoup de cas échappent aux techniques hyperboliques. K. Vogtmann a montré comment construire l'outre-espace, qui permet d'étudier le groupe des automorphismes extérieurs des groupes libres. Ces derniers sont les groupes discrets infinis les plus naturels, et la compréhension de leur groupe d'automorphismes a de nombreuses conséquences. D. Wise a expliqué les complexes cubiques $CAT(0)$, piliers de la démonstration de la conjecture de Haken virtuelle, qui explicite la structure des variétés hyperboliques de dimension 3. Le théorème

de géométrisation, qui classe toutes les variétés de dimension 3 et dont la conjecture de Poincaré est un cas particulier, a été couvert par F. Guéritaud. A. Wienhard s'est concentrée sur la dimension 2, parlant de structures hyperboliques sur les surfaces. R. Charney a expliqué les groupes d'Artin, qui offrent un cadre général aux groupes des tresses. A. Erschler a donné des exemples concrets de différentes croissances dans les groupes. K. Bux a parlé du groupe de Thompson, un groupe issu de la logique et sous-groupe du groupe des homéomorphismes du cercle. Ce dernier, un groupe très classique aux arômes dynamiques, a été présenté par K. Mann.

avec les intervenant.e.s. L'enthousiasme de ces discussions mathématiques à tout moments de la journée était remarquable.



Pour deux heures de cours dans le superbe centre de conférences Marilyn et James Simons, nous avons planifié une heure d'exercices, préparés par les intervenant.e.s. Les participant.e.s ont été divisé.e.s en petits groupes d'une dizaine de personnes, et nous avons changé la configuration chaque jour. Ces groupes étaient dispersés dans l'enceinte de Bois-Marie, devant les tableaux noirs extérieurs, dans deux bureaux, deux salles de

travail, sur les tables en bois dans le parc et même sur l'herbe. La météo était avec nous et le travail en petits groupes a été très apprécié, les séances d'exercices se révélant utiles pour assimiler autant de mathématiques en si peu de temps. Ces groupes ont favorisé les discussions dans un cadre informel, que ce soit avec d'autres étudiant.e.s ou



Anna Wienhard

Indira Chatterji,
professeure à l'université Nice-Sophia
Antipolis

Leçons Hadamard

Maryna Viazovska est professeure à l'École polytechnique fédérale de Lausanne. Les leçons Hadamard 2019, qui ont eu lieu au Bois-Marie en avril et mai, ont été l'occasion pour elle de démontrer son talent exceptionnel.



Maryna Viazovska

Comment empiler des oranges le plus efficacement possible ? La solution des marchands des quatre saisons, qui superposent des couches hexagonales, est-elle la meilleure ? La question, posée aux mathématiciens par J. Kepler au XVII^e siècle, n'a été résolue qu'en 1998 par T. Hales.

On peut se poser la même question en dimensions supérieures. Une réponse y a été apportée par M. Viazovska en 2016 d'abord en dimension 8, puis, avec ses coauteurs, en dimension 24. En effet, ces dimensions hébergent des configurations périodiques de points, sortes de cristaux possédant des symétries particulières.

La physique suggère une généralisation, où il faut minimiser une énergie qui ne dépend que des distances entre atomes. C'est cette généralisation que M. Viazovska a résolue début 2019 et présentée à l'IHES. La méthode utilise une idée venue de la programmation linéaire, la transformation de Fourier et les formes modulaires.

Paradoxalement, bien qu'on sache depuis des siècles disposer des verres sur une table de la façon la plus dense possible, le problème variationnel plus vaste reste ouvert en deux dimensions. À vos plumes !

Pierre Pansu,
professeur à l'université Paris-Sud,
directeur de la FMJH



Ricardo Schiappa

Résurgence en mathématiques et en physique

Ce workshop, organisé par M. Kontsevich et Y. Soibelman, s'est tenu du 11 au 14 juin 2019, avec pour objectif de faciliter l'interaction entre les mathématiciens et les physiciens intéressés par le phénomène de résurgence.

La résurgence est le domaine des mathématiques qui étudie les propriétés analytiques des fonctions (généralement dans une variable complexe) obtenues à la suite d'une « resommation » de séries divergentes. Un exemple archétypique est la resommation de Borel $\sum_{n \geq 0} a_n x^n \mapsto \sum_{n \geq 0} \frac{a_n}{n!} E^n$ appliquée à la série divergente $\sum_{n \geq 0} n! x^n$, et donnant la fonction $\sum_{n \geq 0} E^n = \frac{1}{1-x}$ méromorphe.

Ces dernières années, le phénomène de la résurgence a fait l'objet d'une attention particulière dans diverses branches des mathématiques et de la physique quantique. En mathématiques, il apparaît par exemple dans la théorie de Floer dans l'étude de la convergence des fonctions génératrices des invariants de Gromov-Witten ou de Donaldson-Thomas. En physique, il apparaît dans les questions de dépendance analytique des fonctions de partition et des amplitudes en fonction des paramètres perturbatifs et des constantes de couplage.

Les questions classiques, par exemple celles concernant la résurgence des solutions WKB d'équations différentielles ayant un petit paramètre, ont été examinées récemment du point de vue des nouvelles techniques, par exemple les variétés amassées et les

structures de passage de mur.

Du fait de cette renaissance du thème de la résurgence (la « résurgence de la résurgence » pourrait-on dire), il était tout naturel d'organiser une conférence réunissant mathématiciens et physiciens autour de ce sujet. La liste des participants à la conférence, comptait presque autant de mathématiciens que de physiciens.

On pouvait assister le même jour à des conférences consacrées à la résurgence et aux transitions de phase (physique), et à d'autres traitant des Schobers pervers (mathématiques). Cette conférence de quatre jours a été l'occasion de discuter d'idées nouvelles et de nouveaux domaines de recherche qui ont émergé ces dernières années. Citons par exemple le phénomène de Stokes, la récursion topologique et géométrique, la résurgence des supraconducteurs, les structures de passage de mur, la géométrie des monopoles périodiques.

Maxim Kontsevich,
professeur permanent à l'IHES,

Yan Soibelman,
professeur à l'université d'État du Kansas



Olivia Dumitrescu



Yan Soibelman

Space Time Matrices

La conférence, organisée par T. Damour, J. Hoppe, et M. Kontsevich a rassemblé 12 orateurs de 8 pays différents travaillant sur - ou en lien avec - la structure de l'espace et du temps.



Avec deux conférences le matin, deux l'après-midi et, le deuxième jour, une avant le dîner, le programme a été conçu de manière à favoriser les discussions.

La conférence d'ouverture, sur les problèmes et les perspectives du modèle matriciel IKKT, a été donnée par H. Kawai. J. Arnold a poursuivi en donnant un aperçu de son travail sur les surfaces discrètes. H. Steinacker a parlé de l'espace-temps quantique cosmologique, et D. O'Connor a conclu la journée avec les aspects non perturbatifs des modèles matriciels à membrane.

Le deuxième jour a commencé avec M. Bordemann qui a passé en revue quelques-uns de ses travaux sur les surfaces non-commutatives de Riemann. La journée s'est poursuivie avec A. Tsuchiya qui a parlé

de la structure espace-temps dans le modèle IKKT, puis avec N. Beisert sur l'intégralité et la symétrie de Yangian des Ads/CFT planaires et A. Jevicki sur les modèles émergents d'espace-temps. M. Kontsevich a présenté les travaux récents sur les surfaces minimales quantiques.

Le dernier jour, D. Lundholm a fait un bilan des aspects spectraux des modèles matriciels à membrane et P. Yi un résumé des théorèmes de l'indice pour les théories de jauge. A. Connes a parlé de la structure fine de l'espace-temps et J. Fröhlich a conclu avec la théorie quantique et la causalité.

Jens Hoppe

« L'espace et le temps, aussi évidents que mystérieux »



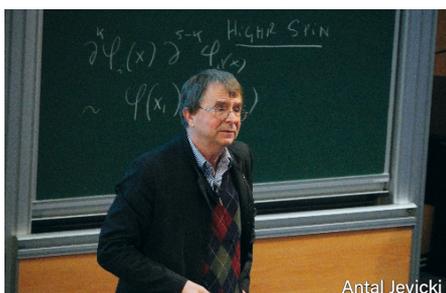
Maxim Kontsevich



Hikaru Kawai



Martin Bordemann et Jens Hoppe



Antal Jevicki



Denjoe O'Connor et Thibault Damour



George Linardopoulos, Teoman Turgut et Meltem Ünel

Distinction

FANNY KASSEL DEVIENT DIRECTEUR DE RECHERCHE DU CNRS



Les travaux de Fanny Kassel s'articulent autour des sous-groupes discrets des groupes de Lie, notamment leurs actions sur les espaces homogènes et leurs liens avec diverses structures géométriques sur les variétés. Depuis son arrivée à l'IHES en septembre 2016, elle organise le séminaire « Géométrie et groupes discrets » qui couvre un large spectre de sujets à la croisée de la théorie géométrique des groupes, de la géométrie différentielle, de la théorie de Lie, de la topologie et des systèmes dynamiques.

Programme 2018-2019



Thibault Damour
« *From Classical Gravity to Quantum Amplitudes* »
(octobre 2018)



Corinna Ulcigral
« *Chaotic Properties of Area Preserving Flows* »
(janvier/février 2019)



Mikhail Gromov
« *Old, New and Unknown around Scalar Curvature* »
(février/mars 2019)



Maxim Kontsevich
« *Bridgeland Stability over Non-Archimedean Fields* »
(mars/avril 2019)



Joseph Ayoub
« Sur la conjecture de conservativité »
(avril/mai 2019)



Nader Masmoudi
« *Inviscid Limit and Prandtl System* »
(mai/juillet 2019)



Alexander Goncharov
« *Quantum Geometry of Moduli Spaces of Local Systems and Representation Theory* »
(juillet 2019)

Les Cours de l'IHES
reprennent en octobre 2019.
Tous les détails sur le
site de l'IHES.



Les Cours de l'IHES

Cinq ans après leur lancement, les Cours suscitent toujours autant l'intérêt de la communauté scientifique, à l'IHES et sur la chaîne YouTube de l'Institut.

Démarrés en 2014, les Cours de l'IHES présentent des résultats scientifiques récents et importants dans des domaines variés des mathématiques et de la physique théorique. Ils ont fait suite aux « Cours d'arithmétique et de géométrie algébrique » débutés quelques années plus tôt, à l'initiative de A. Abbes et de L. Lafforgue, en élargissant les thématiques représentées.

Suivant le modèle des cours du Collège de France, les professeurs permanents de l'IHES et les conférenciers invités présentent leurs travaux de recherche dans des séries de quatre à six exposés de deux heures. Les Cours sont publics,

accessibles à tous, mais sont principalement destinés aux doctorants, postdoctorants et chercheurs confirmés.

Le programme, décidé annuellement par le conseil scientifique, reflète la variété des centres d'intérêts des scientifiques de l'Institut, et un effort est fait pour répartir le programme sur la durée de l'année académique. Une affiche annonçant les séries de cours, ainsi que le sujet de l'école d'été, est diffusée largement en début d'année académique.

Emmanuel Ullmo,
directeur de l'IHES



Mikhail Gromov

Nokia-IHES Workshop

Le premier colloque IHES - Nokia Bell Labs a eu lieu le 2 octobre 2018 à l'Institut. Il a été organisé par Philippe Jacquet et Emmanuel Ullmo dans le cadre du partenariat entre les deux institutions.

Les deux excellentes présentations ont permis de replonger dans les riches heures de l'IHES et de Bell Labs - qui a maintenant un établissement sur le campus de Paris Saclay.

Le professeur Aspect (Institut d'optique), internationalement connu comme le physicien qui a produit la première évidence expérimentale de la théorie de l'intrication quantique qui a depuis donné lieu à la deuxième révolution numérique, a donné le premier exposé.



Philippe Jacquet et Alain Aspect

Le professeur S. Verdu (Princeton University) a donné le second exposé de la journée. Il a retracé l'histoire de la théorie de l'information découverte par C. Shannon en 1948 et dessiné les nouvelles perspectives de cette science, qui est d'autant plus d'actualité dans notre société de l'hyper-information.

Philippe Jacquet,
MathDyn Activity leader, NokiaBell Labs

Géométrie arithmétique à Carthage

L'académie tunisienne Beit al-Hikma à Carthage accueillait une école d'été et une conférence de géométrie arithmétique organisées par A. Abbes, C. Breuil, M. Harris, A. Mézard et T. Saito au mois de juin 2019.

Les deux événements qui se sont succédé ont permis de faire le point sur les développements les plus avancés dans divers domaines de la géométrie arithmétique et des formes automorphes : théorie de Hodge p -adique, programme de Langlands p -adique, ramification des faisceaux étales ℓ -adique, valeurs spéciales des fonctions L et des périodes automorphes et motiviques avec un accent particulier sur les conjectures de Deligne, Beilinson et Gan-Gross-Prasad.

L'école d'été (17- 21 juin) comprenait 5 mini-cours (3h chacun) d'experts confirmés dans leur domaine et 5 exposés de jeunes mathématiciens talentueux sur des sujets étroitement liés. Le tout a été conçu pour amener les doctorants, post-doctorants et jeunes chercheurs à l'avant-garde de certaines des questions actuelles les plus difficiles en géométrie arithmétique. Les participants (plus de 65) venaient des meilleures institutions mondiales. La semaine suivante, la conférence a réuni 18 orateurs venus de France, d'Italie, d'Allemagne, de Chine, du Japon, de Singapour, du Royaume-Uni et des États-Unis. Plus de 85 participants ont pu suivre les exposés.

Ces événements ont été soutenus par plusieurs institutions : Beit al-Hikma, le Clay Mathematics Institute, la Foundation Compositio, l'International Centre for Theoretical Physics, l'université Paris-Saclay, le Conseil européen de la recherche et IHES. Au-delà des résultats purement scientifiques,

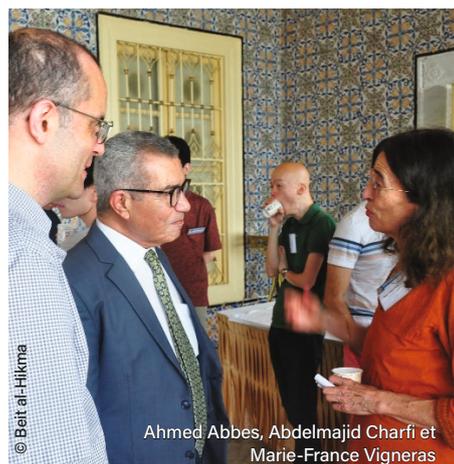
ils ont été une excellente opportunité de mettre en relation l'école mathématique tunisienne et les meilleurs experts. L'expérience directe de la situation de la recherche mathématique en Tunisie aura permis à ces derniers de constater les développements extrêmement intéressants connus par le pays ces dernières années.

De nombreux jeunes chercheurs ont assisté à la fois à l'école et à la conférence dans le cadre exceptionnel du palais historique de Beit al-Hikma qui a généreusement accueilli la conférence. La découverte de l'histoire et de la culture tunisiennes ont créé une atmosphère inoubliable qui a incité chacun à donner le meilleur de lui-même, faisant de ces événements de véritables succès, tant au plan scientifique, qu'au plan humain.

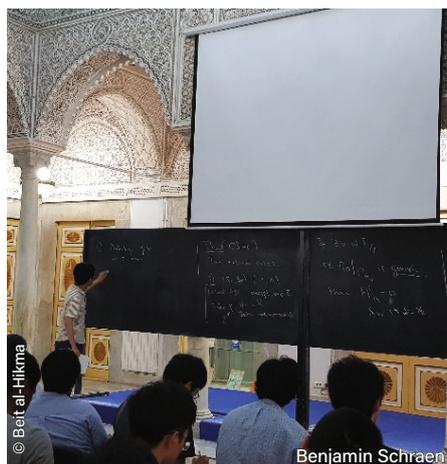
Les programmes et les détails des deux événements peuvent être consultés à l'adresse suivante : <http://www.ihes.fr/~abbes/GAC/gac.html>.

Ahmed Abbes,

directeur de recherche CNRS à l'IHES



Ahmed Abbes, Abdelmajid Charfi et Marie-France Vigneras



Benjamin Schraen

Hommage à Jean Bourgain

Professeur permanent à l'IHES de 1985 à 1994, Jean Bourgain est décédé le 22 décembre 2018 à l'âge de 64 ans.



Jean Bourgain (École d'été 2014)

Lorsqu'il rejoint l'IHES, au milieu des années 80, J. Bourgain y introduit un nouveau domaine de recherche : l'analyse. Il collabore principalement avec J. Lindenstrauss et V. Milman et ses travaux touchent de nombreux sujets centraux de l'analyse, la géométrie des espaces de Banach, la théorie ergodique, et les équations aux dérivées partielles. L'apport de Bourgain est considérable, et il résout la plupart des problèmes ouverts de l'époque en analyse harmonique comme ceux de la mesure harmonique, des ensembles λ - p , de la fonction circulaire maximale, des intégrales oscillantes, etc. Il fait également des progrès majeurs dans d'autres domaines tels que l'informatique théorique.

Il reçoit la médaille Fields en 1994, mais c'est la citation pour le prix Steel en 2018 qui résume le mieux l'apport de Bourgain aux mathématiques, en le présentant comme « un géant dans le domaine de l'analyse mathématique, qu'il a appliquée largement et spectaculairement pour créer de nouveaux domaines de recherche. » Bourgain a reçu par ailleurs le prix Ostrowski, le prix Shaw, le prix Crafoord et le prix Breakthrough.

Après son départ, l'analyse conserve une place importante à l'Institut, notamment grâce à la chaire d'analyse, fondée conjointement par l'IHES et l'université Cergy-Pontoise, que j'ai le plaisir d'occuper depuis 2009.

Frank Merle,

professeur à l'université de Cergy-Pontoise et à l'IHES

Création de deux chaires triennales

Grâce à la générosité de deux donateurs américains, William R. Hearst III et Robert Penner, l'IHES a créé deux nouvelles chaires triennales de mathématiques. Elles permettent à l'Institut d'inviter des professeurs de renommée internationale pour des périodes longues, typiquement 3 mois par an pendant 3 ans. Entretiens avec les premiers titulaires de ces chaires.

ENTRETIEN AVEC JOSEPH AYOUB, PREMIER TITULAIRE DE LA CHAIRE ALEXZANDRIA FIGUEROA ET ROBERT PENNER

Comment a commencé votre intérêt pour les mathématiques ?

J'ai toujours été très intéressé par les maths. Au collège, j'avais de bonnes notes dans toutes les matières, mais les mathématiques occupaient une place particulière : dès que j'avais du temps libre, je m'amusais à résoudre des exercices de maths. Et quand je n'en avais plus, j'en inventais de nouveaux. J'aimais particulièrement la géométrie plane, mais j'aimais aussi faire des calculs et résoudre des équations. À la récré, je m'isolais souvent dans la bibliothèque pour feuilleter l'*Encyclopédie Universalis* à la recherche d'articles de maths. C'est ainsi que je me suis familiarisé avec un certain nombre de concepts modernes, comme par exemple la classification des groupes finis simples.

J'ai eu accès à des bouts de « mathématiques avancées » à un très jeune âge : dans le débarras de notre petit appartement à Beyrouth, j'avais trouvé un polycopié d'un cours de topologie générale que mon père -prof de maths- avait suivi à l'université. Plus tard, j'ai réussi à mettre la main sur un exemplaire du livre *Differential Geometry and Symmetric Spaces* de Helgason grâce à une connaissance de ma mère qui était bibliothécaire à la faculté des sciences de l'université libanaise. Je me rappelle avoir passé l'essentiel de mes vacances d'été à ressasser les pages de ce livre. J'ai fini par le lire de A à Z en ayant l'impression d'avoir tout compris !

En 1998, juste après le baccalauréat, j'ai eu la chance d'être admis au Lycée Louis-le-Grand à Paris. C'est alors que j'ai compris qu'on pouvait gagner sa vie en faisant de la recherche en mathématique. Pour moi c'était une vraie révélation. C'est sans doute Hervé Gianella, mon professeur de mathématiques, qui m'a fait réaliser

cette possibilité et m'a encouragé à passer le concours de l'École normale supérieure. Avant, je m'imaginai devenir un ingénieur avec un « vrai » travail et un passe-temps « excentrique » consistant à lire des livres de math.

Quels sont vos liens avec l'IHES ?

La première fois que j'ai entendu parler de l'IHES, c'était en rapport avec Alexandre Grothendieck. Le nom de Grothendieck est indissociable de celui de l'IHES. En quelque sorte j'ai d'abord découvert l'IHES à travers les *Éléments de Géométrie Algébrique* et les « Séminaires de Géométrie Algébrique » qui ont été en grande partie conçus et rédigés à l'IHES. Ce n'est que bien plus tard que j'y suis allé, à l'occasion d'une conférence en l'honneur de Luc Illusie.

Je suis très reconnaissant au conseil scientifique de m'avoir choisi comme premier titulaire de la chaire Alexandria Figueroa et Robert Penner. C'est bien sûr un grand honneur, et je me réjouis

d'avance du temps que je passerai à l'IHES. Je ne sais pas encore quel serait l'impact de ces visites sur mon travail, mais j'essaierai d'en profiter au maximum.

Comment résumeriez-vous vos principales contributions ?

Je me suis longtemps intéressé à une conjecture particulière mais centrale en théorie des motifs appelée la « conjecture de conservativité. » Cette conjecture, qui est très simple à énoncer, fournit un pont, ou plutôt un chemin de retour, entre deux objets de nature différente : un motif qui est un objet algèbro-géométrique très riche et sa réalisation qui est un objet topologique sans structure supplémentaire.

La conjecture de conservativité s'est avérée être très résistante. Néanmoins, j'ai développé une stratégie pour démontrer cette conjecture. Même si je n'ai pas encore réussi à faire marcher cette stratégie, je considère ce travail incomplet comme étant ma contribution la plus importante.

Qu'est-ce qui vous a tant inspiré à poursuivre vos recherches ? Et qu'est-ce qui vous passionne ?

Ce que j'aime le plus en mathématiques, c'est cette cohérence qui émane d'une théorie bien construite. Une fois qu'on a trouvé le bon point de vue, la bonne définition, le bon contexte, la suite devient en quelque sorte inévitable et le résultat est alors très cohérent. Je pense que je suis très sensible à cette cohérence. Heureusement, en géométrie algébrique, on ne manque pas de théories bien construites, ce qui est probablement un héritage de Grothendieck.

J'aime aussi l'étape de la rédaction. Pour moi, faire des maths et écrire des articles sont deux activités indissociables. Ce n'est qu'en écrivant un article que je comprends réellement la démonstration d'un théorème ou les rouages d'une théorie.

Les grandes questions auxquelles je me suis intéressé jusqu'à présent se sont malheureusement avérées être très résistantes. Naturellement, ceci a été une source de déception pour moi. Mais je suis optimiste, et ce qui me motive à continuer c'est certainement l'espoir de voir un jour la solution à ces grandes questions. Une autre source d'espoir et de motivation a été d'assister à des avancées spectaculaires sur d'autres questions et dans d'autres domaines des mathématiques. ■

« Ce que j'aime le plus en mathématiques c'est cette cohérence qui émane d'une théorie bien construite. »

JOSEPH AYOUB s'intéresse à la cohomologie des variétés algébriques et à la théorie des motifs. Il a étudié à l'École normale supérieure à Paris et a obtenu un doctorat à l'université Paris 7 sous la direction de Fabien Morel. Il a été chercheur CNRS à l'université Paris 13, avant de devenir professeur à l'université de Zurich en 2010.



ENTRETIEN AVEC ALEXANDER GONCHAROV, PREMIER TITULAIRE DE LA CHAIRE GRETCHEN ET BARRY MAZUR

Quelle est l'origine de votre intérêt pour les mathématiques ?

Enfant, j'étais fasciné par l'astronomie et la physique nucléaire. À l'époque, même dans ma petite ville d'Ukraine, on pouvait trouver de bons livres de vulgarisation scientifique sur ces sujets. Par exemple, je me souviens du livre *Entertaining Nuclear Physics* de Mukhin, qui fournissait des explications sérieuses, mais de façon ludique. Je l'ai lu plusieurs fois, comme je l'avais fait avec les *Les Trois mousquetaires*.

Plus tard, mes centres d'intérêts ont évolué vers les mathématiques : j'aimais résoudre des problèmes et lire le magazine *Kvant* (un magazine de vulgarisation scientifique).

En 1976, j'ai été admis à l'université de Moscou. Le premier lundi de septembre, j'ai assisté au séminaire d'Israel Gelfand, qui est devenu l'endroit où j'ai grandi mathématiquement. J'ai beaucoup appris de D. Fuchs, J. Bernstein, S. Gindikin, Y. Manin et A. Beilinson. Moscou était une ville fantastique pour l'apprentissage des mathématiques. Mais, pour un jeune mathématicien, il n'était pas facile de survivre à l'inévitable collision avec l'administration. I. Gelfand et S. Gindikin m'ont aidé là-dessus.

Quels sont vos intérêts de recherche ?

En mathématiques, j'aime être à la croisée de différents domaines. Depuis le milieu des années 80, j'étudie les intégrales issues de la géométrie algébrique, en utilisant des méthodes, souvent conjecturales, de la géométrie arithmétique. Cela permet de faire des prédictions sur les intégrales sans les calculer - ce que j'appelle « analyse arithmétique. » L'étude de ces intégrales est une vieille entreprise qui a motivé, de manière significative, le développement de la géométrie algébrique. Des idées entièrement nouvelles ont conduit à l'idée de Grothendieck des motifs et, plus important encore, aux conjectures de Beilinson sur les motifs mixtes. En utilisant ces idées comme principes directeurs, on peut prédire les valeurs des intégrales en effectuant des calculs algébriques simples, ce qui est au cœur même de ce que je fais : j'utilise les

intégrales pour mieux comprendre la théorie des motifs, et j'applique la philosophie des motifs à l'étude des intégrales.

Comment votre relation avec l'Institut a-t-elle évolué au fil des ans ?

Je suis venu à l'IHES pour la première fois en 1990, juste après l'ouverture des frontières de l'URSS. Depuis, ma principale motivation pour y revenir est M. Kontsevich - nous nous sommes rencontrés il y a presque 40 ans, et nous discutons de mathématiques depuis.

Mais à l'IHES, on a aussi l'occasion de faire beaucoup de rencontres, ce qui rend la vie agréablement imprévisible. Par exemple, en 1996, j'ai rencontré D. Kreimer, et j'ai découvert les étonnants calculs que lui et D. Broadhurst faisaient en théorie quantique des champs. J'ai suggéré que l'on devrait appliquer les techniques d'analyse arithmétique dans les calculs perturbatifs des intégrales de Feynman. En particulier, il fallait adapter les fonctions de corrélation à leurs avatars motiviques - les fonctions de corrélation motiviques - qui se trouvent dans l'algèbre de Galois Hopf motivique. Cela a donné lieu à de nouvelles perspectives et soulevé de nouvelles questions.

Depuis janvier 2019, je suis le premier titulaire de la chaire Gretchen et Barry Mazur à l'Institut, et c'est un grand honneur pour moi.

Qu'est-ce qui vous passionne le plus dans ce que vous faites ?

Cela me plaît beaucoup quand je pressens un mystère mathématique. Par exemple, les symétries motiviques n'apparaissent qu'a posteriori. Pourtant, dans la réalisation réelle de Hodge, on peut les rendre visibles en écrivant une seule intégrale de Feynman. Il semble donc que les idées mathématiques, qui soutiennent le paradigme de la théorie quantique des champs, joueront un rôle essentiel dans notre description du monde des motifs. ■

Journée Gretchen et Barry Mazur



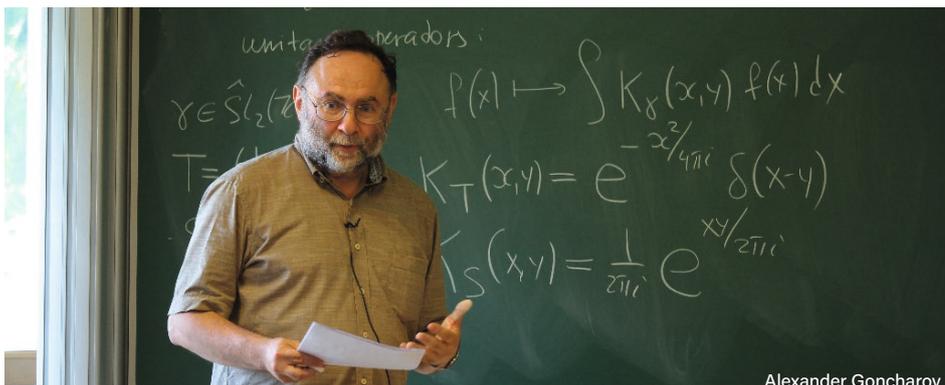
Barry Mazur et William R. Hearst III

Ancien étudiant en mathématiques, le philanthrope américain William R. Hearst III soutient l'IHES depuis le début des années 2000. Avec ce nouveau don, il a souhaité rendre hommage à celui qui a été son professeur, Barry Mazur, et son épouse, Gretchen, en nommant la chaire triennale « Gretchen et Barry Mazur. »

E. Ullmo a organisé une journée en l'honneur de Gretchen et Barry Mazur le 5 juillet pour inaugurer cette nouvelle chaire, avec des exposés de A. Goncharov, K. Česnavičius, Z. Gao, P. Colmez et B. Mazur.

« Mazur a expliqué comment appliquer la géométrie algébrique de Grothendieck à la résolution de questions d'arithmétique.

Cela a été le point de départ de ce que nous appelons maintenant la "géométrie arithmétique", un sujet qui a eu beaucoup de succès, avec notamment les travaux de Wiles sur le dernier théorème de Fermat et le travail de Faltings sur la conjecture de Mordell » a expliqué E. Ullmo. « Je suis donc ravi, en tant que mathématicien et directeur de l'IHES, du choix de Will pour le nom de la chaire. »



Alexander Goncharov

ALEXANDER GONCHAROV, professeur en mathématiques à l'université de Yale depuis 2010, s'intéresse à différents domaines des mathématiques et de la physique mathématique, comme la théorie des motifs, la théorie de Hodge, la théorie des représentations, la théorie de Teichmüller supérieure et sa quantification.

Visite de lycéens

Depuis 2015, l'IHES accueille des lycéens de l'académie de Versailles. Une immersion au cœur de la recherche fondamentale qui rencontre un succès croissant auprès des élèves.

Une centaine de lycéens et lycéennes (majoritaires) de l'académie se sont retrouvés un samedi matin au domaine de Bois-Marie pour une visite guidée leur permettant de découvrir dans quel cadre les chercheurs peuvent mener leurs travaux. Deux conférences leur ont ensuite été données dans le centre de conférences Marilyn et James Simons. Tous ces jeunes sont ressortis des étoiles dans les yeux.

Depuis quatre ans, l'IHES accueille au printemps une centaine de nouveaux lycéens, volontaires et choisis par leur établissement. Le succès auprès des élèves est tel que les demandes d'inscriptions ne peuvent plus être toutes satisfaites. Les lycéens et lycéennes se montrent toujours très intéressés aussi bien lors de la visite guidée que lors des deux conférences, posant de plus des questions pertinentes. On ne peut qu'espérer que ces visites contribueront à augmenter les vocations, notamment auprès des jeunes filles.

Cette année encore, l'Institut a accueilli, le samedi 18 mai, 110 élèves dont environ 70 % de lycéennes. Après la visite, E. Di Nezza et O. Glorieux ont parlé avec beaucoup d'enthousiasme de certains sujets de leurs recherches, tout en ayant le souci de se mettre à leur portée.

Ces deux chercheurs ont été largement questionnés par les jeunes non seulement sur le contenu de leur exposé mais aussi sur leur parcours personnel, leurs motivations et, plus généralement, sur le métier et la vie d'un chercheur. Tous ces élèves manifestement très intéressés ont été incités à oser faire des mathématiques, à se faire confiance, à ne pas se limiter dans leurs ambitions, en particulier les jeunes filles trop peu nombreuses dans les études scientifiques malgré les bons résultats qu'elles obtiennent en sciences au collège et au lycée.

Evelyne Roudneff,

*inspectrice pédagogique régionale
de mathématiques, rectorat de Versailles*



Eleonora Di Nezza

L'IHES sur les réseaux sociaux

Depuis quelques années, l'IHES partage son actualité scientifique avec un large public grâce aux réseaux sociaux.

Avec une page Facebook créée en 2013, un compte Twitter lancé en mars 2018 et un important réseau sur LinkedIn, l'Institut est de plus en plus actif sur internet. Mais le cœur de l'activité de l'IHES sur les réseaux sociaux, c'est sa chaîne YouTube : toutes les grandes conférences, ainsi que les Cours de l'IHES, sont filmés dans leur intégralité et les vidéos sont partagées en ligne. On peut retrouver des conférences données par de prestigieux mathématiciens, tels que P. Scholze, J.-P. Serre ou encore I. Daubechies.

Cette vidéothèque est rendue possible, en grande partie, grâce au Labex CARMIN : un consortium de quatre instituts comprenant l'IHES, l'IHP (Institut Henri Poincaré), le CIRM (Centre International de Rencontres Mathématiques) et le CIMPA (Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées), créé en 2013 afin de diffuser la recherche mathématique de pointe aux scientifiques du monde entier.

Cette présence sur les réseaux sociaux a pour vocation la diffusion des contenus scientifiques de très haut niveau à un large public international. Un grand merci à tous ceux qui nous suivent !

Témoignages

« [...] Le cadre est vraiment beau et paisible, avec un bois sublime, un endroit de rêve ! Il était très drôle d'apprendre que tous les jours, les chercheurs prennent le thé tous ensemble à 16 heures précises pour développer leurs idées.

Les deux conférences étaient vraiment géniales. Les conférenciers étaient jeunes et dynamiques et ont réussi à bien nous transmettre leurs connaissances. Ils nous ont parlé naturellement, d'eux et de leur carrière, montrant qu'ils n'étaient pas si différents de nous et que tout était possible !

Le premier nous a expliqué ses travaux de géométrie, avec les manières de compter le nombre de points aux coordonnées entières à l'intérieur d'un cercle dans un repère.

[...] Ensuite, la deuxième nous a parlé de courbures. Elle s'est appuyée sur le planisphère de Mercator comparé à un globe et nous a prouvé pourquoi le planisphère ne représentait pas correctement les distances. [...] Elle a expliqué comment calculer des courbures dans des plans, toujours avec des vecteurs, et c'était vraiment passionnant.

Voilà, donc un bilan très positif de cette sortie !

Merci énormément pour cette chance que vous nous avez donnée. »

Eléonore D. - Elève de Première S

« La visite m'a beaucoup plu, ça donne une vraie idée de ce qu'est la vie de chercheur. [...] »

Géraldine G. - Elève de Terminale S

LA COMMUNAUTÉ IHES



3 200
abonnés



500
abonnés



275
abonnés



24 000
abonnés



une communauté
impliquée et
grandissante



Emmanuel Ullmo et Michael R. Douglas (2017)

1999 - 2019 : les 20 ans de Friends of IHES

Friends of IHES est la fondation qui soutient l'Institut aux États-Unis et favorise les relations avec les chercheurs et les donateurs américains.

Les liens de l'IHES avec les États-Unis sont anciens et fructueux. Ils prennent leurs racines dans le soutien et les conseils de Robert Oppenheimer au fondateur de l'IHES, Léon Motchane, et se confirment chaque année avec la venue de nombreux scientifiques d'institutions américaines. Les Américains restent, en effet, le plus nombreux contingent de chercheurs accueillis à l'IHES depuis plus de 60 ans.

Pour cultiver cette relation, Bernard Saint-Donat, un mathématicien proche de l'IHES, qui travaillait notamment avec Pierre Deligne et Alexandre Grothendieck, a fondé en 1999 *Friends of IHES*, une association américaine de promotion et de collecte de fonds pour l'Institut. Depuis sa création, Friends a organisé nombre d'événements qui ont permis de mobiliser le réseau des « anciens » visiteurs et professeurs de l'Institut, de faire connaître la mission de l'IHES et de fédérer des soutiens de haut niveau aux États-Unis.

Sous l'impulsion du président actuel, le physicien Michael R. Douglas, Friends poursuit son développement. L'année 2019 est particulièrement intense avec notamment un

petit-déjeuner scientifique organisé au Flatiron Institute à New York, le 30 mai. Ce nouvel institut de recherche, créé par le couple de philanthropes Marilyn et Jim Simons, a accueilli une vingtaine de convives autour du physicien, et ancien visiteur de l'IHES, Christian Borgs (co-fondateur du centre Microsoft Research New England). Son exposé sur les « *Large Networks: from Mathematics to Machine Learning* » a passionné les participants.

Au mois de novembre, Friends organise son sixième gala new-yorkais, au Harvard Club, sur le thème de la théorie des jeux. Constantinos Daskalakis (MIT), qui a reçu le Prix Rolf Nevanlinna 2018, est l'invité d'honneur de cette soirée, présentée par Sylvia Nasar (Columbia University's Graduate School of Journalism), auteure de la célèbre biographie de John Nash, *Un Homme d'exception*. Une exposition de photographies sera présentée aux invités ; elle reviendra sur ces 20 ans de coopération scientifique avec les États-Unis (informations et réservations sur : www.ihesgala.org).

Le Cercle des mécènes



Pour la quatrième année consécutive, l'Institut a réuni ses grands donateurs dans le cadre du programme du Cercle des mécènes

Emmanuel Ullmo a ainsi donné au mois de février, le cours du directeur sur « Le rêve de jeunesse de Kronecker »

Un petit déjeuner scientifique a également eu lieu à Paris au mois de mai. Pour cette édition, c'est Slava Rychkov, professeur permanent de physique théorique depuis 2017, qui a présenté un exposé sur « La constante de Feigenbaum et le groupe de renormalisation », une histoire captivante dont la conclusion a eu lieu à l'IHES.

Plus d'information sur le programme : www.ihes.fr/soutien/grand-donateurs/#cercle-des-mecenes



Les 50 ans de l'IHES célébrés à l'IAS (2008)



Premier gala de Friends of IHES (2012)



Tal Horesh

Après un doctorat obtenu à Technion, Tal Horesh a rejoint l'IHES en tant que postdoctorante en mathématique en septembre 2017 auprès de Fanny Kassel.

À l'automne 2016, mon mari et moi entamions notre première année de doctorat, tout en commençant à chercher un postdoctorat pour l'année suivante. Nous étions un peu déboussolés à l'époque. Tout d'abord, nous avons déménagé deux fois cet été-là, ce qui était épuisant. Ensuite, après avoir fait toutes mes études dans le même petit département, il était temps d'arpenter le monde. Mais où ? Et comment s'y prendre pour chercher ? On m'a dit d'aller voir sur *MathJobs*, et c'est ce que j'ai fait. Le processus habituel : passer en revue des centaines de postes, filtrer ceux qui me conviennent mathématiquement. Un filtrage supplémentaire a été nécessaire en raison du fait que nous étions deux : combien de temps étions-nous prêts à consacrer à nos trajets pour continuer à vivre ensemble ? Ensuite, place aux tableaux Excel : poste, lieu, date limite, charge d'enseignement. Sur mon tableau, un poste m'a semblé tout simplement trop beau pour être vrai : le sujet de recherche, « Sous-groupes discrets des groupes de Lie » ; un logement était proposé ; mon mari avait une offre dans un endroit très proche ; il n'y avait pas d'enseignement ; c'était près de Paris ! J'ai donc postulé. Et l'été suivant, nous avons emballé toutes nos affaires, laissé notre chat chez mes parents et pris l'avion pour Paris.

Pour mon premier jour à l'IHES, je me sentais comme Cendrillon au bal. F. Kassel, mon hôte que je n'avais jamais rencontrée en personne, m'a accueillie en m'embrassant. I. Peeters, secrétaire en charge des postdocs et super-héroïne, m'a emmenée dans mon nouveau bureau gigantesque : « Avec qui vais-je partager ce bureau ? », ai-je demandé. « Personne », a-t-elle répondu. Au déjeuner, où je m'attendais à une cafétéria étudiante standard avec des plateaux en plastique et une file d'attente à la caisse, j'ai trouvé un restaurant, avec des nappes, un repas entrée-plat-dessert, et du VIN. Oui, on peut dire que j'ai eu le coup de foudre.

Dans les jours qui ont suivi, j'ai lentement commencé à me rendre compte que j'étais désormais entourée de certains des plus grands esprits scientifiques de notre époque. Mon voisin

de palier était M. Kontsevich. L'homme avec qui j'avais des conversations fascinantes au déjeuner était P. Cartier. Ils ne trônaient pas au sommet de l'Olympe, auréolés de leur gloire - ils me saluaient dans les couloirs et discutaient avec moi au déjeuner, comme s'il ne s'agissait pas de superstars des mathématiques, alors que je venais d'avoir mon doctorat. C'est ainsi que mon voyage à l'IHES a commencé.

Comme je l'ai déjà mentionné, mon hôte était F. Kassel, dont la passion et l'enthousiasme pour les mathématiques sont une réelle inspiration. Qui plus est, elle a ce talent rare de fédérer les gens autour d'elle en mathématiques. Assez tôt, un groupe de postdocs a commencé à se former autour d'elle. Au début, il n'y avait que J.-P. Burelle et moi, puis nous avons rapidement été rejoints par X. Zhang, O. Glorieux, K. Vokes et P.-L. Blayac (respectivement trois postdocs et un doctorant). L'IHES est peut-être un lieu de rencontre et d'apprentissage avec des scientifiques chevronnés de renommée mondiale, mais faire partie de ce groupe dynamique de jeunes chercheurs était tout aussi important pour moi. Nous avons organisé des groupes d'étude, assisté à des conférences et partagé un nombre incalculable de bières...

C'était ma première expérience en tant que membre d'un groupe de recherche, et dirigé par une femme en plus ! Après avoir acquis toute ma formation en mathématiques dans un département où il n'y avait aucune professeure et seulement quatre doctorantes en mathématiques pures, cette expérience a changé ma vie. Grâce au séminaire mensuel de Fanny, le séminaire « Géométrie et groupes discrets », auquel participent des mathématiciens d'autres institutions de la région parisienne, mon champ d'interactions mathématiques s'est rapidement élargi. J'ai souvent participé à des séminaires dans

d'autres institutions et j'ai moi-même donné des conférences. Des collaborations et des amitiés se sont formées. Les mathématiques n'étaient plus seulement des feuilles remplies de calculs derrière la porte fermée de mon bureau - c'était devenu une activité sociale.

Alors que mes horizons mathématiques s'élargissaient, l'IHES est devenu une seconde maison, au point que son incroyable personnel était comme ma seconde famille. I. Peeters, chevalier servant qui a livré pour moi d'innombrables batailles bureaucratiques ; la toujours élégante C. Gourgues qui m'a aidée littéralement à tout

faire, de la réservation des salles de séminaire à la gestion des urgences capillaires ; F. Bachelier, malgré ses efforts, je ne sais toujours pas gérer le système « UBUNTU » ; E. Hermand, le grand patron, qui a passé une matinée au poste de police avec moi après le cambriolage de notre appartement ; la super cool V. Touchant, qui m'accueillait en hébreu, et je dois

dire que son accent est impeccable ; le charmant chef, P. Gourdon et son équipe de cuisine, Fatima, Satou et Hayette - qui me gâtaient (peut-être trop) souvent avec un deuxième dessert ; G. Foffano, dont l'expérience universitaire et la gentillesse infinie ont été une grande source de soutien au moment où je devenais folle avec de nouvelles candidatures ; et enfin (et peut-être même surtout), É. Jasserand, qui m'a sauvée de situations beaucoup trop gênantes pour être décrites ici.

Ces jours-ci, je termine mon séjour de deux ans à l'IHES, et en y réfléchissant, la joie de tous ces grands souvenirs se dilue avec une pincée de tristesse à l'idée de partir. Je suis à jamais reconnaissante de l'occasion qui m'a été donnée de commencer mon voyage mathématique à l'IHES - cet endroit a vraiment changé ma vie. Vous allez me manquer.

« Les mathématiques n'étaient plus seulement des feuilles de calculs derrière la porte fermée de mon bureau - c'était devenu une activité sociale »

Agenda 2019/2020

Du 4 au 6 septembre 2019, IHES, Rentrée des masters de la FMJH.

11 octobre 2019, IHES, Rentrée de l'école doctorale mathématique Hadamard.

5 novembre 2019, Harvard Club, New York City, « *Game Theory: the Science of Strategy* », gala organisé par Friends of IHES.

7 novembre 2019, IHES, « *Enigmatiques trous noirs* » de T. Damour - conférence organisée par les Amis de l'IHES.

Du 10 au 14 février 2020, IHES, « *Integrability, Anomalies and Quantum Field Theory, a conference in honor of S. Shatashvili's 60th birthday* », conférence organisée par A. Alekseev et M. Kontsevich.

Du 30 mars au 3 avril 2020, IHES, « *Algebraic Structures in Perturbative Quantum Field Theory: a conference in honor of D. Kreimer's 60th birthday* », organisée par E. Panzer et K. Yeats.

1^{er} trimestre 2020 (AC), IHES, « *Rencontre sur les travaux d'Yves Benoist* », organisé par F. Kassel et Y. De Cornulier.

Du 15 au 19 juin 2020, IHES, « *100 years of the Ising model* », conférence organisée par H. Duminil-Copin, S. Rychkov et B. de Tilière.

Du 6 au 17 juillet 2020, IHES, École d'été « *Motivic, Equivariant and Noncommutative Homotopy Theory* », organisée par P.A. Østvær.

Les Cours de l'IHES reprennent en octobre 2019. Tous les détails sur le site de l'IHES.