bois-marie

INSTITUT DES HAUTES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

éditorial

La mutation se poursuit à l'Institut alors que Philippe LAGAYETTE qui a présidé le Conseil d'Administration de l'IHÉS pendant 20 ans a choisi de laisser sa place en mai 2014. L'Institut continuera de bénéficier du soutien amical de cet ancien directeur général de la Caisse des Dépôts puisque le Conseil a souhaité lui rendre hommage en lui offrant d'être président d'honneur. C'est Marwan LAHOUD, directeur général délégué à la stratégie et à l'international d'Airbus Group qui lui succède à la présidence de l'IHÉS. L'Institut se réjouit qu'une personnalité issue de l'un des fleurons industriels européens ait été élu président, une manière d'affirmer ce lien indispensable entre la recherche la plus pure et les technologies les plus en pointe.

« Les cours de l'IHÉS », qui ont pour but d'exposer des résultats scientifiques récents et importants dans des domaines variés de mathématiques et de physique théorique, ont démarré dès l'automne 2013. Ils sont assurés par les professeurs permanents, les chercheurs en poste à l'IHÉS ou, sur invitation, par des chercheurs extérieurs. Certains cours s'inscrivent dans le programme des écoles doctorales de la région. Cette initiative rappelle le souhait de l'Institut d'être un partenaire actif du maillage scientifique de la région.

L'IHÉS rend par ailleurs systématique l'enregistrement et la mise en ligne de tous les évènements scientifiques. Désormais disponibles pour toute la communauté, ces vidéos témoignent de la volonté de l'IHÉS de jouer pleinement son rôle dans la grande chaîne de l'élaboration de la connaissance scientifique à son niveau le plus complexe.

Cette vision d'un institut ouvert sur le monde au service de l'excellence scientifique est celle de son fondateur, Léon MOTCHANE ; une ambition partagée par les quatre directeurs qui lui ont succédé. Le soutien généreux de la communauté elle-même, qu'il s'agisse des institutions de recherche ou des scientifiques, est un signe extrêmement important pour l'Institut. Grâce à l'engagement de tous les donateurs auprès de l'Institut, le rêve de MOTCHANE continue d'exister, qu'ils en soient ici à nouveau remerciés.

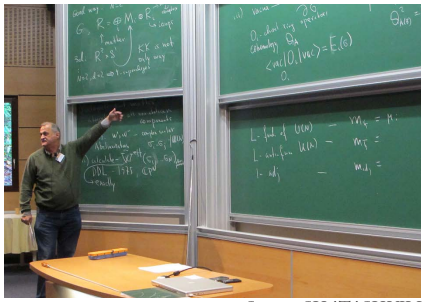
Sommaire

événements scientifiques ..... 2 - 3
distinctions 4
professeur permanent 5
ICM 2014 6
la chaire Israel Gelfand 7
de la théorie des cordes à l'algèbre 8
Maxim Kontsevitch 9
événements 10
campagne internationale 11
point de vue de ... / agenda 2014 12

Institut des Hautes Études Scientifiques | *Le Bois-Marie, 35 route de Chartres, 91440 Bures-sur-Yvette, France*
Téléphone : +33 1 60 92 66 00 | Courrier électronique : comdev@ihes.fr | Site internet : www.ihes.fr

conférence en l'honneur de Vadim KNIZHNIK

Les 30 et 31 octobre 2013, A. BELAVIN, N. NEKRASOV et S. SHATASHVILI ont organisé une conférence en l'honneur de Vadim KNIZHNIK, décédé il y a 25 ans et qui aurait eu 50 ans en 2012.
Les douze conférenciers, ayant collaboré ou ayant connu personnellement V. KNIZHNIK, qui se sont succédé ont rappelé les contributions exceptionnelles de V. KNIZHNIK à la physique théorique et aux mathématiques modernes.



Samson SHATASHVILI

événements en l'honneur de Jean-Pierre BOURGUIGNON

L'IHÉS a souhaité rendre hommage à Jean-Pierre BOURGUIGNON et a organisé deux événements pour saluer ses 19 années passées en tant que directeur de l'Institut.

Le 12 septembre 2013, une cérémonie en l'honneur du passage de témoin entre les deux directeurs de l'Institut a eu lieu au siège social d'AXA, à Paris. De nombreux témoignages, scientifiques et amicaux, se sont succédé et la session s'est clôturée par un discours de Geneviève FIORASO, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
Le 13 septembre, un colloque international a été organisé par Mikhail GROMOV, Oussama HIJAZI et Emmanuel ULLMO, cette fois à l'IHÉS.
Six scientifiques venus de Chine, des États-Unis, d'Allemagne et du Royaume-Uni et deux des professeurs permanents de l'IHÉS ont donné des exposés.
Il y eu plusieurs moments forts comme l'exposé d'ouverture par Sir Michael ATIYAH, médaille Fields 1966, prix Abel 2004, qui fut membre du Conseil scientifique de l'IHÉS de 1973 à 1980.

Jean-Pierre BOURGUIGNON, Emmanuel ULLMO

Jean-Pierre BOURGUIGNON, Sir Michael ATIYAH

Retrouvez les vidéos de ces événements :

conférence en l'honneur d'Yvonne CHOQUET-BRUHAT

Afin de célébrer le 90e anniversaire d'Yvonne CHOQUET-BRUHAT, Jean-Pierre BOURGUIGNON et Thibault DAMOUR ont organisé une conférence les 9 et 10 janvier 2014 à l'Institut. Le thème était *Avancées récentes en relativité mathématique*. Pendant ces deux jours, des experts reconnus ont présenté des développements récents en relativité mathématique.

Les travaux d'Yvonne CHOQUET-BRUHAT ont apporté nombre de contributions majeures et durables aux aspects mathématiques et physiques de la relativité générale en commençant par son travail fondateur de 1952 montrant que le problème de Cauchy pour les équations d'Einstein était bien posé. Ses recherches ont récemment conduit à des progrès spectaculaires, notamment en astronomie.
Rappelons que pour son travail exceptionnel, elle fut la première femme à entrer à l'Académie des Sciences en 1979.

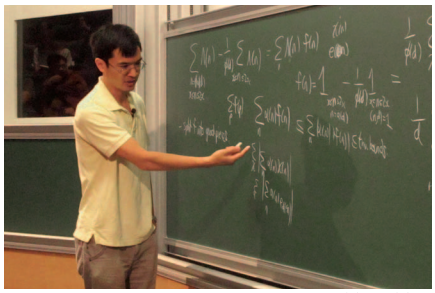
les cours de l'IHÉS

Mis en place afin d'inciter les professeurs (permanents ou invités par l'Institut) à exposer les résultats scientifiques récents et importants en mathématiques et physique théorique, les Cours de l'IHÉS peuvent également s'inscrire dans le programme des écoles doctorales de la région.

Depuis l'automne 2013, Mikhail GROMOV, Thibault DAMOUR, Jean-François QUINT et Frank MERLE ont fait partie de cette série de cours. Vasily PESTUN, nouveau professeur permanent à l'IHÉS, donnera ses cours tout au long du mois d'octobre.

école d'été 2014

Pour cette troisième édition, l'école d'été de l'IHÉS du 9 au 23 juillet 2014 avait pour thème *La théorie analytique des nombres*.



Terence TAO

Les organisateurs, Emmanuel KOWALSKI et Philippe MICHEL, font tous deux partie des spécialistes dans ce domaine.
Les écoles d'été permettent d'accueillir de jeunes mathématiciens du monde entier à l'IHÉS pour un programme de cours assurés par des conférenciers de tout premier plan.
Elles sont financées en partie par le Fonds Société Générale à l'IHÉS.

SOCIETE GENERALE

conférence sur les travaux de Pierre DELIGNE

Friends of IHES et la Simons Foundation ont organisé une manifestation à New York le 5 octobre 2013, *Celebrating the Mathematics of Pierre Deligne*.

Pierre DELIGNE, professeur à l'IAS, a été professeur permanent à l'IHÉS de 1970 à 1984. Afin de célébrer son Prix Abel 2013, ses collaborateurs et ses étudiants ont été invités à donner des exposés sur son travail et son impact, ainsi qu'à partager des souvenirs à l'IHÉS et ailleurs.

Les conférenciers de cet événement exceptionnel étaient Ravi VAKIL (Stanford University), Brian CONRAD (Stanford University), Luc ILLUSIE (Université Paris-Sud), Dennis SULLIVAN (SUNY Stony Brook) et Bernard SAINT-DONAT (Harvard University).

Emmanuel ULLMO, Michael R. DOUGLAS

bi-séminaire de physique et mathématiques

Organisé depuis novembre 2013 par F. BROWN et P. VANHOVE, ce séminaire porte sur les développements récents en physique théorique et en mathématiques en théorie des champs et en théorie des cordes.

Schlumberger workshop

La nouvelle édition de ce workshop a eu lieu le 28 mars 2014 et avait pour thème *Topics on Applied Probability*.
Les deux organisateurs étaient Josselin GARNIER et George PAPANICOLAOU, tous deux titulaires de la Chaire Schlumberger pour les sciences mathématiques à l'IHÉS.

Schlumberger

physique mathématique des nombres de Hurwitz pour débutant

Cette conférence a été organisée par M. KONTSEVITCH, A. ZORICH et D. ZVONKINE du 13 au 15 février 2014. Six conférenciers sont venus participer à ce nouveau type de conférence dont l'objectif était de donner une première idée de ce qu'est la récursivité topologique.

cours d'arithmétique et de géométrie algébrique

Cette série de cours, en partenariat avec la Fondation mathématique Jacques Hadamard, a pour but de présenter les travaux récents, ou en cours, en géométrie arithmétique. Les orateurs sont choisis parmi les principaux contributeurs de ces travaux.
Ainsi, en octobre 2013, V. LAFFORGUE a donné une série de cours sur *Paramètres de Langlands et cohomologie des champs de G-chtoucas*.
Les prochains cours débuteront en février 2015.

Retrouvez toutes les conférences sur la chaîne vidéo de l'IHÉS :

Maxim KONTSEVITCH, lauréat du *Breakthrough Prize in Mathematics* 2014

Le 23 juin 2014, Maxim Kontsevitch a reçu le *Breakthrough Prize in Mathematics* inaugural pour son travail *« ayant un impact profond dans plusieurs disciplines en mathématique, notamment la géométrie algébrique, la théorie de la déformation, la topologie symplectique, l'algèbre homologique et les systèmes dynamiques »*.
Le *Breakthrough Prize in Mathematics* vient d'être créé par Mark ZUCKERBERG et Yuri MILNER dans l'objectif de reconnaître les avancées majeures dans le domaine, d'honorer les meilleurs mathématiciens, de soutenir leurs efforts futurs et de communiquer la passion des mathématiques au grand public.

Maxim KONTSEVITCH

Les quatre autres lauréats de ce prix sont Simon DONALDSON (Stony Brook University et Imperial College London), Jacob LURIE (Harvard University), Terence TAO (University of California, Los Angeles) et Richard TAYLOR (Institute for Advanced Study).

Maxim KONTSEVITCH docteur Honoris Causa

Début septembre 2014, l'Université Aarhus (Danemark) a également décerné le titre de docteur Honoris Causa à Maxim KONTSEVITCH.

Pierre VANHOVE, grand prix Mergier Bourdeix 2013

Pierre VANHOVE, Sylvia SERFATY, Bernard MEUNIER, vice-président de l'Académie des sciences

Pierre VANHOVE, directeur de recherche CEA à l'IHÉS, a reçu, conjointement avec Sylvia SERFATY (UPMC, Paris) le prix Mergier Bourdeix en octobre 2013. Ce prix est un des grands prix de l'Académie des sciences qui *« est décerné chaque année à un jeune chercheur français se consacrant à des recherches fondamentales n'ayant aucun but lucratif, ne visant pas d'application immédiate et dont les résultats révèlent des dons exceptionnels »*.
Pierre VANHOVE a apporté des contributions fondamentales en physique théorique des particules et en théorie des cordes. Il a mis à jour une simplicité remarquable dans la structure des amplitudes de diffusion de gluons et de gravitons.
Ses travaux en théorie des cordes ont permis de déterminer la structure non perturbative (liée à la formation virtuelle de trous noirs) de la dépendance de l'amplitude de diffusion de deux gravitons par rapport aux constantes de couplage (les « modules ») entrant dans la description de la gravitation quantique en théorie des cordes.

David RUELLE, médaille Max Planck 2014

David RUELLE, professeur honoraire à l'IHÉS et professeur permanent de 1964 à 2000, a reçu la médaille Max Planck 2014 de la Deutsche Physikalische Gesellschaft (la Société Allemande de Physique) *« pour ses contributions fondamentales à la théorie quantique des champs relativiste, la mécanique statistique et la théorie des systèmes dynamiques et ses applications au problème de l'apparition de la turbulence »*.

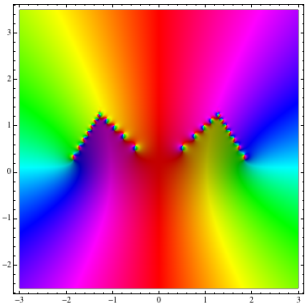
La médaille Max Planck est la distinction la plus prestigieuse que décerne la Deutsche Physikalische Gesellschaft. Elle est attribuée tous les ans et récompense des contributions exceptionnelles dans le domaine de la physique théorique. La médaille Max Planck a été créée en 1929 et attribuée cette année-là conjointement à Max PLANCK et Albert EINSTEIN.

David RUELLE

arrivée de **Vasily PESTUN**

Vasily PESTUN a rejoint l'IHÉS en septembre 2014 comme professeur permanent.
Il présente ici une synthèse de ses travaux de recherche.

On trouve partout des systèmes non-linéaires complexes avec un nombre infini de degrés de liberté interdépendants. La plupart de ces systèmes sont stochastiques ou probabilistes par nature plutôt que déterministes. L'élaboration d'un cadre théorique pour analyser ces systèmes et prédire leur évolution et leur dynamique représente la tâche principale de la physique moderne, et s'apparente à l'élaboration du calcul infinitésimal pour décrire les interactions entre particules mécaniques.



Surface de Riemann quantique pour un des systèmes quantiques intégrables non-linéaires les plus simples de la classe-S (système Toda) : une particule quantique dans un potentiel cosh(φ).

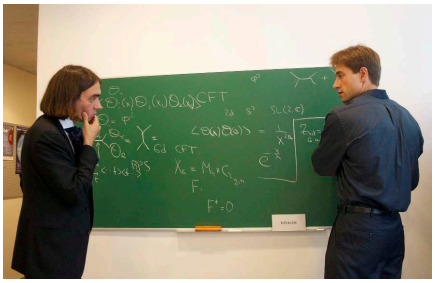
Le but de la théorie des cordes, dont l'origine remonte au début des années 70 est de rendre compatibles les descriptions a priori irrévocablement incompatibles du monde physique qui émanent d'une part de la théorie de la relativité générale d'Einstein et d'autre part de la mécanique quantique. La relativité générale est intrinsèquement fortement non-linéaire alors que la mécanique quantique est fondamentalement stochastique. Les tentatives d'unification entre la relativité générale et la mécanique quantique ont amené les théoriciens des cordes à développer des théories (théorie quantique des champs en général et théorie conforme des champs, voir l'explication ci-dessous) ayant un large spectre d'applications possibles à des systèmes stochastiques complexes non-linéaires en dehors de la théorie des cordes.

Les systèmes décrits ci-dessus sont présents à toutes les échelles spatiales et temporelles. Une liste brève d'exemples classés par ordre croissant d'échelle de mesure pourrait ainsi contenir : les interactions entre quarks et gluons à l'échelle subnucléaire (la chromodynamique quantique), les transitions de phase de la matière condensée (criticalité), la dynamique neurocorticale du cerveau humain, la dynamique des marchés financiers actuels (notamment les transactions à haute fréquence et les transactions automatisées) et les changements atmosphériques. Ces systèmes présentent certains points communs, dont :

- leur nature volatile, stochastique et probabiliste ;
- une présence simultanée d'une plage continue d'échelles spatio-temporelles interagissant fortement et d'une structure auto-similaire ou fractale ;
- la nature intrinsèquement non-gaussienne de leurs distributions probabilistes qui explique la probabilité non-négligeable d'événements rares ou extrêmes.

En termes techniques, de tels événements représentent des écarts à l'équilibre beaucoup plus élevés que l'écart type. On peut citer parmi des exemples connus les ouragans dans l'atmosphère terrestre, l'apparition d'attaques cérébrales, des vagues scélérates ou un « krach éclair » des marchés financiers. Les théories conformes des champs fortement corrélés traitent de tels systèmes. Ces théories interagissent à toutes les échelles avec les structures fractales, elles ont des distributions probabilistes non-gaussiennes avec de nombreux événements anormaux et souvent ne peuvent être aisément décrites avec une approche lagrangienne.

Jeune diplômé de Princeton, Vasily PESTUN a effectué des séjours de recherche à l'Institute for Advanced Study et à Harvard, et démarre à l'Institut son premier poste de professeur. Son recrutement perpétue la tradition de recherche à l'IHÉS en théorie des cordes, branche de la physique théorique à l'interface des mathématiques. Ce domaine très actif poursuit le rêve d'Einstein d'unifier la mécanique quantique et la relativité générale et a ouvert la voie des questions aussi essentielles que la dimensionnalité de l'espace-temps, la grande unification ou l'évolution de l'Univers.
Vasily s'intéresse aux dynamiques non perturbatives des théories de jauge non abélienne à forte interaction, et en particulier aux résultats exacts de théorie de jauge super symétrique liée à l'intégrabilité, de correspondance gauge-corde et de théorie topologique des champs. Il a notamment publié *Quantum Geometry and Quiver Jauge Theories* en 2013 avec N. NEKRASOV, professeur permanent à l'IHÉS de 2000 à 2013, et S. SHATASHVILI, titulaire de la Chaire Gelfand à l'Institut.



Cédric VILLANI, Vasily PESTUN

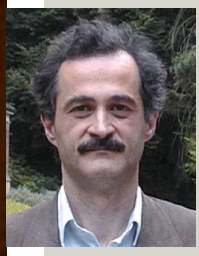
Mes travaux de recherches sont axés principalement sur ces théories conformes et d'autres sujets qui s'y rattachent. On sait que des théories conformes des champs existent pour des espaces temps de dimension allant de 2 à 6. La plupart des théories conformes en dimensions inférieures peuvent s'obtenir en prenant certaines limites spéciales d'une des théories dans une classe particulière de théories conformes en dimension 6. Cette classe s'appelle $S_{\mathfrak{g}}$ et est définie pour toutes les algèbres de Lie simplement lacées $\mathfrak{g}$. Par exemple, avec la théorie réduite sur un tore de dimension 2, on trouve une théorie de jauge conforme en 4 dimensions extraordinaire avec une supersymétrie maximale, qui est bien connue sous le nom de dualité holographique à 5 d.
L'étude des théories conformes de classe $S_{\mathfrak{g}}$ est un élément-clé pour arriver à une compréhension systématique des théories conformes génériques.
Un certain nombre de mes projets de recherche actuels visent sous des angles différents la théorie de classe $S_{\mathfrak{g}}$ et tentent de découvrir les structures profondes qui sous-tendent son fonctionnement. D'un point de vue mathématique, c'est un sujet très riche qui fait intervenir ensemble plusieurs domaines en plein développement, tels que la théorie géométrique de représentation, les systèmes intégrables, les groupes quantiques, la théorie analytique des nombres, les équations différentielles partielles non-linéaires et de nouvelles perspectives qui viennent de la physique des théories quantiques des champs.

Vasily PESTUN

CIM 2014

Zoom sur …

Frank MERLE, professeur de mathématiques à l'Université de Cergy-Pontoise et détenteur de la Chaire d'analyse Université de Cergy-Pontoise - IHÉS depuis 2009, a présenté la conférence plénière *Asymptotics for Critical Nonlinear Dispersive Equations*.



Samson SHATASHVILI, professeur à Trinity College à Dublin, directeur du Hamilton Mathematical Institute, titulaire de la Chaire Louis Michel à l'IHÉS de 2000 à 2013, a présenté la conférence de physique mathématique *Gauge Theory Angle at Quantum Integrability*.

Francis BROWN, Directeur de recherche CNRS à l'IHÉS, a présenté la conférence sur la théorie des nombres *Motivic Periods and* $\mathbb{P}^1\{0; 1;\infty\}$.

Jean-Pierre BOURGUIGNON président du Conseil Européen de la Recherche et ancien directeur de l'IHÉS, a présenté les panels *Pourquoi STEM ?* et *Politique R&D*.

Le 27ème Congrès International des Mathématiciens (CIM) 2014 a eu lieu à Séoul du 13 au 21 août 2014 sur le thème *Rêves et Espoirs pour ceux qui se Lancent plus Tard*. Ces sept jours de congrès ont accueilli plus de 5 000 personnes de 120 pays participants pour 200 conférences dont 21 plénières et 51 par satellite sur 19 domaines de mathématiques.
1 000 mathématiciens originaires de pays en développement ont été invités à participer au CIM, dans le but de transmettre les impacts positifs du Congrès aux générations futures dans leurs pays respectifs.

« Comme tous les quatre ans, le Congrès a été riche tant dans son programme scientifique que par la participation de mathématiciens du monde entier. Un point particulièrement intéressant cette année a été que le Comité d'organisation a fait un effort particulier pour l'accès au Congrès des mathématiciens originaires de pays en développement, grâce à un programme de bourses.
Bien sûr le fait marquant de 2014 est que pour la première fois une femme, une Iranienne, Maryam MIRZAKHANI, professeure à Stanford (États-Unis), a reçu la médaille Fields, une des récompenses scientifiques les plus réputées. Trop rares sont les femmes à poursuivre des carrières de mathématiciennes. Maryam leur prouve que c'est pourtant tout à fait possible, et au plus haut niveau d'excellence. Avec ce prix, et toute la médiatisation qui l'entoure, elle devient une référence dans une discipline qui manquait de modèles et nous espérons tous que cela suscitera des vocations.
Le palmarès, qui compte également un Autrichien, Martin HAIRER, un Canadien, Manjul BHARGAVA, et un Franco-Brésilien, Artur AVILA, confirme que la recherche mathématique est un enjeu international. Je suis particulièrement heureux de voir le Brésil récompensé pour la première fois. Les relations mathématiques avec la France y sont anciennes et le parcours d'Artur AVILA illustre bien cette coopération. J'ai passé une année à l'Institut national de Mathématiques Pures et Appliquées (IMPA) à Rio de Janeiro et, l'Institut met actuellement en place une coopération qui facilitera les échanges entre les deux centres.
La diversité des lauréats s'est vue également dans leur spécialisation : théorie des systèmes dynamiques, géométrie des nombres, théorie des équations différentielles stochastiques aux dérivées partielles, et dynamique et géométrie des surfaces de Riemann et de leurs espaces de modules.
Encore félicitations aux lauréats ! »

Emmanuel ULLMO

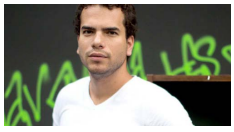
Ils sont lauréats de la médaille Fields 2014 :

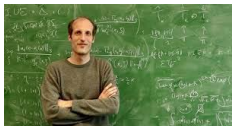
Artur AVILA : systèmes dynamiques et chaos. Il a obtenu plusieurs résultats fondamentaux en dynamique notamment une preuve de la dichotomie entre comportements réguliers et comportements stochastiques pour une classe très large de systèmes dynamiques (les applications unimodales).

Manjul BHARGAVA : théorie des nombres. Il cherche à savoir si des équations diophantiennes ont des solutions ou non. Il a trouvé ses premiers résultats en jouant au Rubik's Cube.

Martin HAIRER : équations à dérivées partielles auxquelles des termes aléatoires sont ajoutés. Il propose une nouvelle théorie permettant de donner un sens mathématique à des opérations qui n'en avaient pas a priori.

Maryam MIRZAKHANI : géométrie et dynamique de surface en forme de selle de cheval. Elle a obtenu avec Alex Eskin des résultats profonds sur la dynamique dans les espaces de modules de courbes obtenant une description proche des résultats de Ratner pour la dynamique des flots unipotents sur les espaces homogènes dans une situation présentant beaucoup moins de symétries.





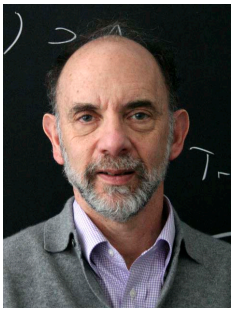
la chaire Israel Gelfand

Si les quatre professeurs permanents constituent l'identité de l'IHÉS dans la durée, les quelque 200 visiteurs accueillis chaque année garantissent la multiplicité des sources d'inspiration et de ce fait contribuent à la vitalité scientifique de l'Institut.
La diversité des cultures et des domaines de compétence des visiteurs et la variété des projets de recherche qu'ils portent avec eux jouent un grand rôle dans l'intérêt des échanges. Année après année, l'Institut est le théâtre où se nouent des collaborations remarquables dans la durée et l'originalité.
La chaire de visiteurs Gelfand permet d'inviter plusieurs mois par an pendant trois années consécutives des scientifiques de classe mondiale. Les titulaires de la chaire participeront au programme de cours de haut niveau de l'IHÉS.

Samson SHATASHVILI

Samson SHATASHVILI, physicien, directeur du Hamilton Mathematical Institute au Trinity College à Dublin, a été titulaire de la chaire Louis Michel à l'IHÉS de 2003 à 2013. Il est titulaire de la chaire Gelfand depuis 2014. Il a obtenu son doctorat sur la Théorie de Jauge en 1985 à l'Institut Steklov sous la direction de Ludwig FADDEEV (et Vladimir KOREPIN). Au tout début des années 2000, il fut professeur associé à l'Université Yale puis professeur au Trinity College de Dublin.
Son domaine de recherche est la physique mathématique, plus particulièrement la théorie de Jauge, la théorie des cordes et la supersymétrie. Il a notamment développé une théorie de l'intégrabilité dans les théories de Jauge et leur lien avec le Bethe-Correspondance de N. NEKRASOV.
En 2010, il a reçu la médaille d'or de l'Académie Royale d'Irlande dont il est membre depuis 2007.
Il a continué ses travaux sur les relations entre les théories de jauges supersymétriques et les systèmes intégrables quantiques. Les résultats les plus récents obtenus en collaboration avec N. NEKRASOV et V. PESTUN concernent la correspondance entre les théories de jauge, la quantification des espaces de modules d'instantons et le Yangien $Y_\epsilon(\mathfrak{g}_\Gamma)$, l'algèbre affine quantique $U_q^{aff}(\mathfrak{g}_\Gamma)$ou l'algèbre elliptique quantique $U_{q,p}^{ell}(\mathfrak{g}_\Gamma)$ associée à une algèbre de Kac-Moody $\mathfrak{g}_\Gamma$ pour un carquois Γ.

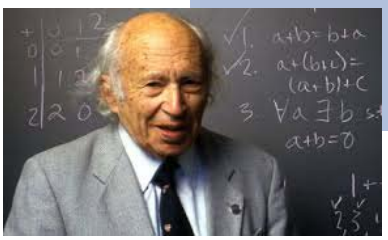
Spencer BLOCH



Spencer J. BLOCH est mathématicien, R.M. Hutchins Distinguished Service Professor Emeritus au département de mathématiques de l'Université de Chicago.
Il est membre de l'U.S. National Academy of Sciences, de l'American Academy of Arts and Sciences et de l'American Mathematical Society. Il a été conférencier invité à l'ICM d'Helsinki en 1978 et à celui de Kyoto en 1990. Il a reçu le prix Humboldt en 1996.

L'objet principal de ses travaux de recherche a été la géométrie algébrique et en particulier l'étude des motifs, les périodes des motifs et la cohomologie des motifs. Ces dernières années, il a étudié les motifs issus des amplitudes de Feynmann en théorie quantique des champs et il a travaillé avec des personnes comme Francis BROWN, Pierre CARTIER, Dirk KREIMER et Pierre VANHOVE à l'IHÉS. Les amplitudes sont des périodes de motifs et la géométrie algébrique moderne offre des outils intéressants tels que les structures de Hodge, qui peuvent donner des informations intéressantes aux physiciens.

Israël GELFAND (1913 - 2009) est un grand mathématicien du XXe siècle, réputé pour la profondeur et la diversité de ses sujets de recherche. Il organisait des séminaires particulièrement animés, couvrant un très large spectre de sujets, qui ont marqué les participants au rang desquels Maxim KONTSEVITCH. Israël GELFAND a lui même effectué plus de dix séjours de recherche à l'Institut.
En donnant son nom à cette chaire, l'IHÉS souhaite rendre hommage à ce grand mathématicien, symbole de l'excellence scientifique et du partage des connaissances, deux valeurs fondamentales de l'Institut.



de la théorie des cordes à l'algèbre

Yiannis VLASSOPOULOS, Maxim KONTSEVITCH, Pierre VANHOVE

Yiannis VLASSOPOULOS est né à Athènes en 1969 ; il a obtenu son doctorat à Duke University et a travaillé à l'Université d'Athènes et de Vienne. Cela fait plus de dix ans qu'il est régulièrement invité à l'IHÉS.

On se sert de structures mathématiques pour décrire la physique alors toute avancée dans l'une des deux disciplines est généralement reflétée dans l'autre. Tel est le cas de la théorie des cordes, qui est une description unifiée des quatre forces de la nature. Elle n'a pas encore été vérifiée par des expériences mais les structures mathématiques qu'elle dégage ont été extrêmement riches et intéressantes. Le travail auquel je me suis consacré à l'IHÉS, en collaboration avec le professeur permanent M. KONTSEVITCH, concerne un élément de la théorie des cordes qui s'appelle la théorie des cordes topologique.

Une des principales conjectures qui en émane est connue sous le nom de symétrie miroir, reformulée plus tard par M. KONTSEVITCH symétrie miroir homologique (SMH). En bref, la SMH établit un lien entre deux domaines des mathématiques précédemment sans rapport entre eux. L'un concernant la géométrie complexe, l'autre la géométrie symplectique (grosso modo, le premier appartient au domaine de la forme et le second à celui de la taille). Mes travaux portent sur la structure algébrique commune qui sous-tend les deux côtés de la conjecture, appelée dans sa version la plus générale, algèbre pre-Calabi-Yau (algèbre pre-CY). Il s'avère que cela correspond à un principe mathématique bien connu, suivant lequel on remplace un espace géométrique par une structure algébrique en généralisant ainsi la notion même de l'espace pour résoudre des problèmes spécifiques.

Mais quel rapport entre les algèbres pre-CY et la théorie des cordes ?

En théorie des cordes, on considère que les particules sont des cordes, ouvertes ou fermées. Une corde fermée est une boucle. La théorie des cordes relève de la théorie quantique et en physique quantique, il n'y pas qu'un seul chemin pour passer d'un état initial à un état final. En effet, tout chemin potentiel doit être pondéré et le seul calcul qui ait un sens consiste en une moyenne pondérée de tous les chemins qui donne la probabilité d'arriver à un état final. Or, pour des boucles, les chemins forment des cylindres et lorsque deux d'entre eux se rencontrent, cela donne une forme de pantalon. En général, toute surface avec une structure complexe (une certaine « forme ») et des bords (comme la taille et les jambes d'un pantalon) apparaissent comme chemin potentiel.

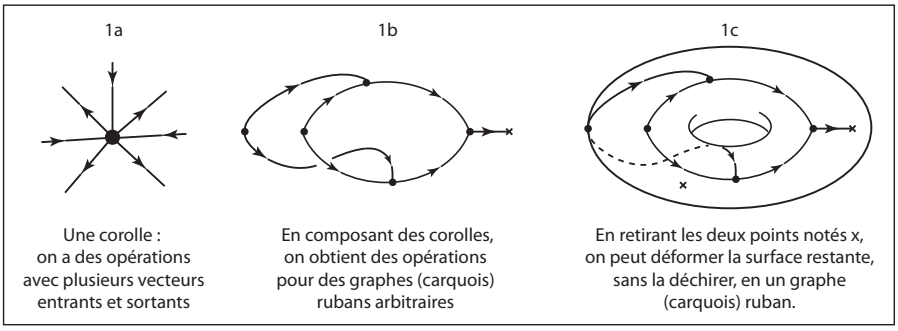


Figure 1

Il faut donc faire la moyenne de, ou intégrer, toutes ces surfaces qu'on appelle surfaces de Riemann. En théorie des cordes topologique, l'intégrale dépend uniquement de la topologie[1] de l'espace qui paramètre toutes les surfaces de Riemann.

Une algèbre, par contre, est une structure mathématique qui généralise la multiplication habituelle des nombres, soit une opération qui, à partir de deux vecteurs, en donne un troisième en respectant l'associativité, c'est-à-dire que les parenthèses ne comptent pas dans cette multiplication. Une algèbre pre-CY[2] en est une généralisation, avec des opérations comportant un nombre arbitraire de vecteurs entrants et sortants, cycliquement ordonnés. On peut se représenter cela comme une corolle, avec des flèches entrantes et sortantes (figure 1a). Le nombre de vecteurs sortants doit être au moins égal à un, mais on ajoute également une corolle spéciale avec uniquement des vecteurs entrants, sans opération qui lui soit rattachée. En composant ces opérations, c'est-à-dire en collant une flèche sortante d'une corolle à une flèche entrante d'une autre corolle, on obtient des graphes arbitraires composés de sommets et de flèches qui les relient (figure 1b). Ces graphes s'appellent des carquois. Il n'y a d'opérations que pour des sommets avec au moins un vecteur sortant donc on se déplace sur le graphe jusqu'à ce qu'on arrive à un sommet sans flèche sortante (une corolle spéciale) où on peut lire le résultat. Puisqu'on a un ordre cyclique des flèches d'incidents pour chaque sommet, cela veut dire que le graphe est localement planaire autour de chaque sommet (cela s'appelle un carquois ruban) et peut donc être dessiné sur une surface (figure 1c).

En fait, on vient de démontrer que toute surface de Riemann avec au moins deux composantes du bord (équivalentes à deux points retirés) peut être déformée de manière continue, sans la déchirer, en un carquois ruban unique dessiné sur elle, lorsque la structure complexe est complètement décrite, simplement en donnant des distances entre les sommets. Donc, étant donné les opérations de l'algèbre pre-CY, on obtient des opérations qui dépendent des surfaces. Une propriété supplémentaire, qui généralise l'associativité, garantit que ces opérations ne dépendent que de la topologie des familles des surfaces de Riemann, ce que requiert la théorie des cordes topologique.

Il existe de nombreux exemples d'algèbres pre-CY en topologie, en géométrie algébrique et en géométrie symplectique. Notre travail a principalement consisté à définir, étudier et classifier ces variétés dans l'optique de leurs applications dans d'autres domaines des mathématiques.

Yiannis VLASSOPOULOS

Je tiens à remercier Marie-Claude VERGNE pour son aide précieuse à la réalisation des figures.

[1] En termes généraux, en topologie, on identifie si on peut déformer l'un à l'autre de manière continue sans le déchirer.

[2] Également introduite comme algèbre *V-infinie* (T. TRADLER & M. ZEINALIAN) ou *à bord* (P. SEIDEL) dans des cas spéciaux.

Maxim KONTSEVITCH

conférence en l'honneur de Maxim KONTSEVITCH

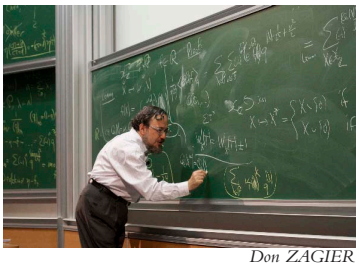
Une conférence en l'honneur de Maxim KONTSEVITCH, réunissant de grands mathématiciens et physiciens théoriciens, venus saluer son travail au moment de son cinquantième anniversaire, s'est tenue à l'IHÉS du 23 au 27 juin 2014. La conférence avait pour thème *Algèbre, Géométrie et Physique*.

Selon les organisateurs, D. AUROUX, J.P. BOURGUIGNON, L. KATZARKOV, Y. SOIBELMAN et Y. TSCHINKEL, au XXIe siècle, la géométrie avec des applications en physique impliquera sans doute l'étude de nouvelles sortes d'objets dont les structures catégoriques joueront un rôle primordial.
Ces 20 dernières années, Maxim KONTSEVITCH a été une force vive dans la création de ces nouvelles structures. Le but de cette conférence, réunissant 30 intervenants, était de mettre à l'honneur ses contributions en mathématiques et en physique.

Simon DONALDSON

Les quelque 120 participants ont pu prendre part à des travaux de recherche très pointus. Selon D. AUROUX, professeur à l'Université de Berkeley, il s'agissait de *« l'événement mathématique de l'année »* 2014.
Au début de la semaine, Maxim a appris qu'il était l'un des cinq lauréats du *Breakthrough Prize in Mathematics* inaugural, tout comme S. DONALDSON, également présent à Bures-sur-Yvette pendant pour la conférence.

Yan SOIBELMAN, Alexander GONCHAROV



Don ZAGIER

Le drôle d'animal dans les mains de Maxim KONTSEVITCH est un modèle d'une « surface à petits carreaux » qu'on trouve dans différents contextes en étudiant la géométrie et la dynamique des espaces de modules.

portrait

Franco-Russe, né en 1964 à Khimki (Russie), Maxim KONTSEVITCH est un chercheur insatiable qui défriche un territoire toujours plus large autour des mathématiques, travaillant à l'interface des mathématiques et de la physique théorique.
Il est professeur permanent à l'IHÉS depuis 1995 et détenteur de la chaire AXA de mathématiques à l'IHÉS depuis 2009. Il s'agit de la première chaire de professeur permanent financée par deux partenaires de l'Institut : le Fonds AXA pour la Recherche et la Fondation Simons.
La richesse et la profondeur de son travail ont été reconnues mondialement par de nombreuses manières, particulièrement à travers la reconnaissance de prix prestigieux. Il a reçu la Médaille Otto Hahn en 1992, le Prix Européen de la Ville de Paris en 1992 ; le Prix Henri Poincaré de l'International Association of Mathematical Physics (IAMP) en 1997, la Médaille Fields en 1998, le Prix Crafoord en 2009. Il a été élu Membre de l'Académie des Sciences de Paris en 2002. Il a été le premier mathématicien français à recevoir le prestigieux Prix Shaw en 2012. La même année, il a reçu le Prix inaugural *« Breakthrough Prize in Fundamental Physics »* et très récemment le Prix inaugural *« Breakthrough Prize in Mathematics »* en 2014.
Maxim KONTSEVITCH appartient à une nouvelle génération de mathématiciens qui ont su importer dans leur discipline les points de vue de la physique quantique, ouvrant des perspectives radicalement nouvelles. Du côté mathématique, il s'est appuyé sur l'utilisation systématique des déformations de structures algébriques connues et l'introduction de nouvelles qui se sont révélées pertinentes pour bien d'autres questions, a priori sans rapport.

technology summit de Delhi

L'IHÉS a participé au Technology Summit de Delhi les 23 et 24 octobre 2013 et souhaite remercier les grands mathématiciens indiens du Tata Institute of Fundamental Research Centre, du Chennai Mathematical Institute et de l'Institute of Mathematical Sciences ainsi que les partenaires industriels venus de Dassault, Airbus Group, Total présenter leurs vues sur l'impact des mathématiques dans l'innovation technologique.

cycle de conférences avec Société Générale Private Banking

Dans le cadre de ses « Ateliers de l'esprit », Société Générale Private Banking a invité Thibault DAMOUR à faire une série de conférences qui a démarré à l'automne 2013 sur le thème *Physique et réalité : le temps existe-t-il ?* Deux conférences ont déjà eu lieu (à Paris le 20 novembre 2013 et à Luxembourg le 25 mars 2014) et le cycle se poursuivra en 2015. L'IHÉS se réjouit de cette nouvelle collaboration avec l'un de ses grands donateurs.

DEVELOPPONS ENSEMBLE L'ESPRIT D'EQUIPE

SOCIETE GENERALE
Private Banking

Thibault DAMOUR au Luxembourg

deux conférences à **Londres**

Le comité de soutien de l'IHÉS au Royaume-Uni qui s'est créé à l'été 2013 a déjà à son actif deux événements organisés à Londres afin de faire mieux connaître l'Institut et de nouer de nouveaux partenariats.

Le 8 octobre 2013, les participants ont débattu de l'impact des sciences théoriques sur l'innovation avec les deux titulaires de la Chaire Schlumberger pour les mathématiques. Josselin GARNIER a ainsi exposé les applications de l'imagerie dans les milieux aléatoires à la sismologie et Georges PAPANICOLAOU les développements récents en mathématiques financières.

Le 24 juin 2014, Francis Brown, chargé de recherche CNRS à l'IHÉS, a évoqué *« l'efficacité déraisonnable des mathématiques »* dans les bureaux d'AXA. Cet exposé à la fois savant et accessible a notamment montré le continuum entre mathématiques fondamentales et mathématiques appliquées.

Francis Brown

changement de présidence

Le 23 mai 2014, les membres du Conseil d'Administration ont élu à l'unanimité, Marwan LAHOUD président de l'IHÉS.

Ingénieur en chef de l'armement et ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur de l'École nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace, il a débuté sa carrière à la DGA au centre d'essais des Landes où il était notamment chef du centre de calcul. Marwan LAHOUD a été nommé le 11 juin 2007 directeur général délégué à la stratégie et à l'international d'AIRBUS Group (anciennement EADS) et président d'EADS France le 31 juillet 2012.

Une cérémonie en l'honneur de Philippe LAGAYETTE, président du CA pendant 20 ans et désormais président d'honneur, a réuni l'ensemble du personnel et des professeurs permanents le 8 juillet à l'Institut. Jean-Pierre BOURGUIGNON, président du conseil européen de la recherche et ancien directeur de l'IHÉS a tenu à témoigner des moments forts qui ont marqué leur mandat comme les médailles Fields de LAFFORGUE et KONTSEVITCH, les deux campagnes de levée de fonds ou les célébrations des 50 ans de l'Institut.

Philippe LAGAYETTE, Marwan LAHOUD

Si l'Institut est soutenu en premier lieu par le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche qui finance la moitié de son budget, son statut privé l'a poussé à se lancer dans deux campagnes de levée de fonds. La générosité dont ont fait preuve les personnalités, entreprises et fondations à l'occasion de cet effort continu, est un gage de la confiance des partenaires de l'Institut qui mesure la responsabilité à continuer à défendre son modèle scientifique d'excellence, de liberté et d'interdisciplinarité.

dîner de gala de Friends of IHES à New York

Le gala annuel de Friends of IHES a eu lieu à New York le 18 novembre 2013. Pour cette deuxième édition, de nombreuses personnalités du monde des sciences, du business et de la philanthropie avaient fait le déplacement pour entendre Andrew Revkin, Kenneth Golden et Jean-Louis Étienne sur les mathématiques de la planète terre.

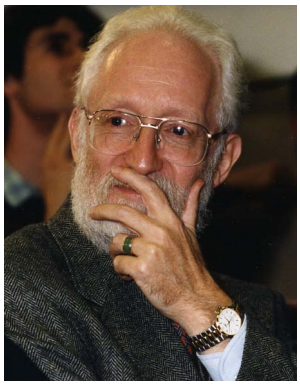
L'objectif de levée de fonds a été dépassé puisque la soirée a permis de récolter plus de 325 000 $. Les bénéfices ont servi à financer des séjours de scientifiques résidant aux États-Unis à Bures et l'Institut remercie ses amis américains pour leur soutien et leur générosité.

legs de la famille Lanford

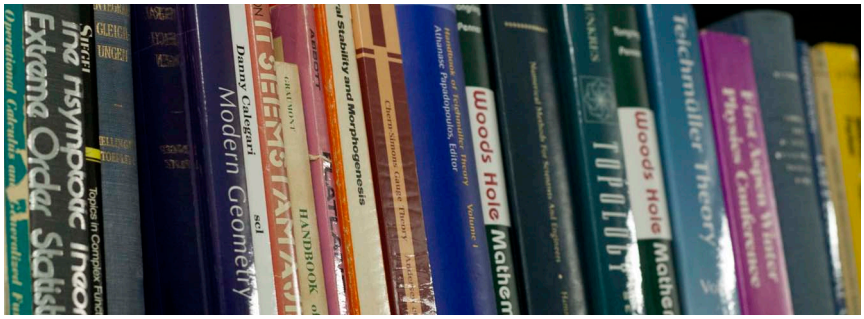
Physicien théoricien, Oscar E. LANFORD III a été professeur permanent à l'IHÉS de 1982 à 1987.

Il a étudié comment les évolutions macroscopiques – irréversibles – peuvent être déduites de certains modèles microscopiques – réversibles. Il a notamment démontré qu'un gaz de sphères dures dilué dans $\mathbf{R}^3$ obéit à l'équation de Boltzmann dans la limite de Boltzmann-Grad, au moins pour un temps très court, égal seulement à un cinquième du temps de parcours moyen d'un atome. En dépit de cette restriction sur la durée, ce théorème mathématique rigoureux est très important conceptuellement, puisque l'équation de Boltzmann entraîne le théorème H.

Oscar E. LANFORD III a également assuré l'intérim de la direction de l'Institut entre 2007 et 2011, à l'occasion des séjours de recherche à l'étranger du précédent directeur, Jean-Pierre BOURGUIGNON.
Il avait souhaité faire donation d'un appartement à l'Institut, *« une façon de donner quelque chose en retour pour les nombreuses opportunités qui lui avaient été offertes au fil des ans »*, expliquent son épouse et sa fille.
L'IHÉS remercie sincèrement la famille de cette grande générosité et a voulu rendre hommage à Oscar en donnant son nom, à perpétuité, au bureau scientifique du directeur.



Oscar Erasmus LANFORD III
(6 juin 1940 - 16 novembre 2013)



don de Robert PENNER

Robert PENNER (Caltech), visiteur régulier de l'IHÉS sur la Chaire René Thom et collaborateur de Misha GROMOV sur les sujets de biologie théorique a fait don à Friends of IHES de l'intégralité de sa collection de livres de mathématiques qui a intégré en septembre 2013 la bibliothèque de l'Institut.
L'IHÉS remercie chaleureusement Robert de son généreux don qui bénéficiera à des générations de visiteurs.

le point de vue de ...

Xinan MA

Xinan MA est professeur en mathématiques à l'Université des Sciences et Technologies de Chine (USTC) à Hefei. Son domaine de recherche concerne les équations différentielles partielles entièrement elliptiques non linéaires et leurs applications en géométrie.

J'ai connu l'IHÉS alors que j'étais étudiant à l'Université Hangzhou. L'Institut est aussi célèbre en recherche mathématique et en physique théorique que l'IAS à Princeton. Mon jeune frère, Xiaonan MA, a étudié au Département de Mathématiques à Orsay de 1994 à 1998. Grâce à lui, j'ai pu en apprendre davantage sur l'IHÉS. D'ailleurs, un chercheur CNRS en visite à l'IHÉS, Prof. Shi WEISHU, a suggéré à Xionan MA de traduire un article écrit par ARNOLD sur l'ICM 1994. J'ai ensuite terminé ce travail et publié l'article en chinois dans le célèbre journal *Shu Xue Yi Lin* en 1995. Au printemps 2011, Xiaonan m'a suggéré d'envoyer ma candidature pour devenir visiteur à l'IHÉS. Ma candidature a été acceptée et ma visite s'est déroulée en trois temps : un mois en février 2012 et janvier 2013, deux mois pendant l'été 2014. Ce qui fait que je suis resté 4 mois en tout.

L'USTC fait partie des cinq meilleures universités de la Chine continentale. Dans notre Département de Mathématiques, pour 35 à 40 % des étudiants les États-Unis représentent leur premier choix pour continuer leur doctorat. Depuis 2006, je conseille aux très bons étudiants de poursuivre leurs études en France. Jusqu'à présent, c'est une vingtaine d'étudiants talentueux qui sont venus étudier les mathématiques à Paris et dans sa région. En mai 2014, le premier étudiant Shu SHEN a obtenu son doctorat à Orsay. Le 12 juillet 2014, j'ai assisté à la thèse de Junyi XIE à l'École polytechnique. En septembre 2014, un autre étudiant, Benben LIAO a passé sa thèse à Jussieu. J'étais donc ravi de pouvoir venir en France et avoir l'occasion de les revoir. Ils m'ont dit que Paris avec sa région était l'un des meilleurs endroits pour étudier les mathématiques car il y a une concentration importante de grands mathématiciens. Je souhaiterais que plus d'étudiants d'USTC choisissent la France pour faire leur thèse. En septembre 2014, cinq étudiants de notre université sont arrivés en France pour continuer leurs recherches en mathématiques. De 2013 à 2014, quatre étudiants de notre département ont été recrutés à l'ENS, Paris.

J'étudie les équations différentielles partielles entièrement elliptiques non linéaires et leurs applications géométriques. La première semaine de juillet 2014, j'ai assisté à la conférence en l'honneur du 70e anniversaire du professeur BRÉZIS à l'IHP à Paris. J'ai pu écouter des conférences passionnantes comme par exemple celle du professeur VILLANI sur le transport optimal de masse. J'ai aussi pu écouter les conférences sur la théorie des nombres puisque l'IHÉS avait, en juillet, organisé une école d'été sur la théorie analytique des nombres.

Il est très facile de se déplacer depuis l'IHÉS. Par exemple, en février 2012, je suis allé à l'Université de Florence en Italie, pendant 4 jours pour y travailler avec des collaborateurs. A l'IHÉS, les bureaux et les appartements sont très calmes, ce qui nous aide à nous concentrer sur nos recherches.

Lors de ma visite à l'IHÉS en février 2012, je me suis concentré sur l'étude des surfaces de niveau des solutions dans l'espace temps de l'équation de la chaleur. Je suis parvenu à terminer la preuve d'un lemme important en dimension 2, dont la démonstration requiert environ 40 pages. J'ai également terminé la rédaction d'un long article *On space-time quasiconcave solutions of the heat equation* avec C. CHEN et P. SALANI. En 2013-2014, j'ai étudié des problèmes de conditions aux limites de Neumann pour des équations quasi-linéaires et elliptiques non-linéaires.

Je conserverai toujours d'agréables souvenirs de mes séjours à l'IHÉS.

agenda 2014/2015

octobre 2014, tous les mardis, IHÉS
Cours de l'IHÉS : V. PESTUN, *Quantum Gauge Theories and Integrable Systems*.

du 8 octobre au 12 novembre 2014, tous les mercredis, Université Paris 6
Cours de l'IHÉS : M. GROMOV, *Probability, Symmetry, Linearity.*

18 novembre 2014, Simons Foundation, New York
Une journée pour explorer les contributions de M. KONTSEVITCH aux mathématiques.

18 novembre 2014, The Intrepid, New York
Gala organisé par Friends of IHES.

2 décembre 2014, IHÉS
4ème séminaire Itzykson, *Espace de modules et courbes quantiques*, organisé par la FMJH.

de février à mars 2015, tous les mercredis, IHÉS
Trimestre *Mécanique quantique*, organisé par T. DAMOUR, J. FRÖHLICH et D. RUELLE.

du 12 février au 19 mars 2015, IHÉS
Cours de l'IHÉS : M. KASHIWARA et P. SCHAPIRA, *Indsheaves, temperate holomorphic functions and irregular Riemann-Hilbert correspondence*.

printemps 2015, IHÉS
Cours de l'IHÉS : M. LEWIN, *Mesures de Gibbs non linéaires et leur dérivation à partir de la mécanique quantique*.

avril 2015, IHÉS
Cours de l'IHÉS : M. Kontsevitch, *Exponential Integral*.

de mai à juin 2015, IHÉS
Cours de l'IHÉS : F. BROWN, *Périodes motiviques et groupe de Galois cosmique*.

du 21 mai au 11 juin, tous les jeudis, IHÉS
Cours de l'IHÉS : D. GAITSGORY, *Singular support of coherent sheaves*.

du 6 au 17 juillet, IHÉS
École d'été *Moduli Problems in Symplectic Geometry* organisée par D. CRISTOFARO-GARDINER, J. NELSON et J. WATSON FISH.

du 23 au 25 septembre, IHÉS
Conférence en l'honneur de Arthur OGUS à l'occasion de son 70ème anniversaire, organisée par A. ABBES et L. ILLUSIE.

IHÉS
Institut des Hautes Études Scientifiques

Pour plus d'informations : www.ihes.fr

Photos : J.-F. DARS, B. EYMANN, M.-C. VERGNE, International Mathematical Union, NEWS1/REUTERS, Priyanka Parashar/Mint, Sipa, Rutgers University - *Réalisation* : C. BRISSON, M. CAILLAT, V. TOUCHANT-LANDAIS