

bois-marie

INSTITUT DES HAUTES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

éditorial

Léon Motchane, le fondateur de l'IHÉS, était un visionnaire. En créant l'Institut, il a voulu donner un espace de liberté et d'échange aux chercheurs du monde entier. Soucieux d'offrir aux scientifiques de l'Institut un lieu propice à la recherche, il a fait en sorte qu'en 1962 l'IHÉS acquière le domaine de Bois-Marie, à Bures-sur-Yvette. Ce campus est

aujourd'hui inséparable de l'identité de l'IHÉS ; il bénéficie aussi d'une situation géographique exceptionnelle à proximité de nombreuses institutions scientifiques, dont la coopération est renforcée dans le cadre du Campus Paris Saclay. Dans cet élan, a été mise en place la Fondation mathématique Jacques Hadamard, abritée par la Fondation de coopération scientifique du Campus Paris Saclay, dont le but est d'y renforcer le dispositif de recherche en mathématiques fondamentales et aux interfaces. L'IHÉS en est un des membres fondateurs, aux côtés de l'Université Paris-Sud 11, du CNRS, de l'École polytechnique et de l'École Normale Supérieure de Cachan. Cette nouvelle structure devrait accroître encore l'attractivité du territoire au niveau international dans cette discipline.

Tout en tissant des liens avec les institutions scientifiques voisines, l'Institut continue d'aller à la rencontre du public en France et dans le monde. Porté par le succès du livre *Les Déchiffreurs, voyage en mathématiques*, l'Institut a organisé une journée de conférences au Pavillon France de l'Exposition universelle de Shanghai en octobre 2010. Dans le même mouvement, l'exposition photographique *Les Déchiffreurs* fait actuellement une tournée dans de nombreuses villes chinoises grâce au réseau des Alliances Françaises. D'autres projets sont en préparation, comme le "Tour de France des déchiffreurs", qui, je l'espère, rencontreront un grand succès.

Jean Pierre Bourguignon

sommaire

événements	2 - 3
professeurs	4
prix	5
publication	6
la Chaire Schlumberger	7 - 10
la campagne du Cinquantenaire	11 - 15
le point de vue de ... / agenda 2011	16

CARMIN

L'Institut Henri Poincaré (IHP), le Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM), le Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA) et l'IHÉS ont soumis un projet, nommé CARMIN, de renforcement de leur coopération dans le cadre de l'appel d'offres de laboratoires d'excellence (LabEx), une des modalités des "investissements d'avenir" que doit financer le Grand emprunt. Ces instituts sont des outils collectifs qui participent au rayonnement international de la communauté mathématique française.

cours école doctorale ED107

Tous les jeudis de février et mars 2011, Pierre Vanhove (CEA-IHÉS) a donné un cours sur *les calculs perturbatifs en gravité quantique* à de jeunes doctorants de la région parisienne. www.ihes.fr/~vanhove/cours-gravite.html

école d'été

La deuxième édition de l'école d'été franco-asiatique de l'IHÉS, organisée du 19 au 30 juillet 2010, portait sur *les singularités dans les équations aux dérivées partielles*. La prochaine école d'été se tiendra à l'IHÉS en juillet 2012. Ces écoles d'été sont entièrement financées par le Fonds Société Générale à l'IHÉS.



ondes non-linéaires et dispersion

Un an après un trimestre sur ce thème organisé à l'IHP et qui a connu un grand succès, Frank Merle (Chaire Université de Cergy-Pontoise - IHÉS) et Fabrice Planchon (Université Paris 13) ont organisé, du 21 au 23 juin 2010 à l'IHÉS, une rencontre mettant en avant les jeunes conférenciers.

hommage à Lagrange et Poisson

Ce colloque a été organisé par Jean Pierre Bourguignon, Pierre Cartier et Yvette Kosmann-Schwarzbach (École polytechnique), du 24 au 26 mars 2010 à l'IHÉS à l'occasion du 200^e anniversaire de la publication d'importants travaux de Joseph-Louis Lagrange et de Siméon-Denis Poisson.

inauguration de la Fondation Hadamard

Les journées d'inauguration de la Fondation mathématique Jacques Hadamard se sont déroulées les 17 et 18 mai 2011, le 17 matin en présence de Madame Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, à l'Université Paris-Sud 11 et le 18 après-midi à l'École polytechnique en présence de près de deux cents lycéens et jeunes étudiants.

La Fondation a été créée le 2 février 2011 par une dotation de l'État en capital dans le cadre de l'opération Campus.

L'action de la Fondation vise à favoriser le décloisonnement thématique et institutionnel entre ses fondateurs mais aussi l'ouverture et la visibilité internationales. Différentes actions concrètes ont été déjà lancées : appels d'offre

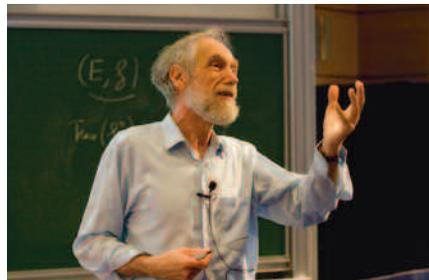


Valérie Pécresse, Université Paris-Sud, le 17 mai

internationaux pour des bourses de niveau master et post-doctoral, soutien à des colloques. Des accords sont en cours de signature avec de grands centres de formation scientifiques en Chine.

rencontre autour des Publications Mathématiques

Les rédacteurs en chef des Publications Mathématiques de l'IHÉS sont, depuis le 1^{er} janvier 2010, Claire Voisin et Sergiu



Alain Connes

Klainerman. Ils ont organisé du 8 au 10 janvier 2011 la toute première rencontre autour des Publications Mathématiques, *Kaleidoscopic view of modern mathematics*. Le samedi 8 janvier, à l'IHÉS, fut une très belle journée de conférences assurées successivement par Horng-Tzer Yau, Gerhard Huisken, Alain Connes et Cédric Villani. Les journées du 9 et 10 janvier se sont déroulées à l'Institut Henri Poincaré, avec les conférenciers suivants : Tom Mrowka, Jean-Yves Welschinger, Jean-Pierre Demailly, Philippe Biane, Pierre Raphaël, Hiraku Nakajima, Benjamin Enriquez et Gérard Laumon.

“ Ce congrès a permis la rencontre des éditeurs du journal et de certains de ses récents auteurs. Les exposés ont porté sur les sujets les plus variés, allant de la physique mathématique à l'arithmétique. Certains exposés ont été donnés par les éditeurs, d'autres par des auteurs d'articles acceptés récemment par le journal, l'exposé de Gérard Laumon sur le “lemme fondamental” appartenant aux deux catégories.

Cette expérience a été intéressante et nous espérons qu'elle a permis d'affirmer et de diffuser la volonté d'ouverture thématique qui a été à l'origine de la formation de la nouvelle équipe éditoriale. ”

three string generations at IHÉS

Conférence organisée du 16 au 20 mai 2011 à l'IHÉS par Maxim Kontsevitch, Nikita Nekrasov et Gabriele Veneziano, avec pour objectif de célébrer l'unité et la diversité de la physique théorique et mathématique moderne.

L'objectif de cet événement était aussi de réunir trois générations de scientifiques spécialistes de la théorie des cordes. Au centre, la deuxième génération née en 1960-1962, représentée lors de cette conférence par Nathan Berkovits, Robbert Dijkgraaf, Michael Douglas, Igor Klebanov, Gregory Moore, Hiroshi Ooguri, Samson Shatashvili, Cumrun Vafa, Erik et Herman Verlinde. À leurs côtés, les deux autres générations : leurs mentors, pionniers de la théorie des cordes, et leurs élèves.

Cette conférence internationale a bénéficié du soutien de la Fondation Compositio Mathematica, de la Fondation Richard Lounsbery, du Collège de France et de la Fédération de Recherche Interactions Fondamentales (FRIF).



Cumrun Vafa

“ La théorie des cordes est une science interdisciplinaire qui allie les méthodes et les objectifs de la physique et des mathématiques. Un des objectifs ambitieux de la théorie des cordes est de concevoir la théorie fondamentale de la nature en combinant la théorie quantique des champs et la théorie de la relativité générale. Les idées qui sont nées de la théorie des cordes ont trouvé des applications inattendues dans les mathématiques dont la plus importante est la découverte de la symétrie miroir, qui relie la géométrie algébrique (complexe) et la géométrie symplectique. La symétrie miroir crée le mécanisme de Langlands et apporte la solution au problème de Schubert, à la quantification de la déformation, à la catégorisation de la théorie des invariants des nœuds, à la correspondance entre les théories conformes des champs à deux dimensions et les raffinements de la théorie de Donaldson, pour ne citer que quelques exemples. ”

Nikita Nekrasov

séminaire de géométrie arithmétique Paris-Tokyo



Ahmed Abbes

Le Séminaire de géométrie arithmétique Paris-Tokyo est un vidéo-séminaire organisé conjointement depuis 2010 entre l'IHÉS et l'Université de Tokyo, par Ahmed Abbes (IHÉS-CNRS), Christophe Breuil (CNRS-Université Paris-Sud), Takeshi Saito (Université de Tokyo), Atsushi Shiho (Université de Tokyo) et Takeshi Tsuji (Université de Tokyo). Il a lieu une fois par mois en alternant des orateurs depuis Paris et Tokyo.

Une séance a eu lieu le mercredi 11 mai 2011. L'orateur était Michel Raynaud (Université Paris-Sud) qui a parlé depuis l'IHÉS de “*Permanence following Temkin*”. À cette occasion, les organisateurs et participants parisiens ont exprimé leur compassion envers les victimes des catastrophes que vient de connaître le Japon, et ont adressé un message de soutien et d'amitié à leurs

collègues japonais. L'IHÉS se joint à eux pour exprimer toute sa solidarité à l'égard du peuple japonais.

La dernière séance du Séminaire de géométrie arithmétique Paris-Tokyo a eu lieu le mercredi 15 juin 2011. L'orateur était Tomoyuki Abe (IPMU, Tokyo) qui a parlé depuis Tokyo de “*Product formula for p-adic epsilon factors*”.

D'autres projets conjoints entre l'IHÉS et l'Université de Tokyo sont prévus l'année prochaine, dont la conférence intitulée “*Semaine de géométrie arithmétique à Tokyo*” qui aura lieu du 4 au 8 juin 2012.

arrivée d'Ahmed Abbes



Ahmed Abbes a rejoint le 1^{er} mai 2011 l'IHÉS comme visiteur CNRS longue durée. L'Institut est très heureux de l'arrivée de ce mathématicien talentueux et entreprenant.

Coorganisateur des séminaires de géométrie arithmétique Paris-Tokyo, il est à l'initiative des nouveaux "Cours d'Arithmétique et de Géométrie Algébrique à l'IHÉS"

(cf. agenda page 16). Mathématicien spécialiste de géométrie arithmétique, Ahmed Abbes a suivi sa formation à l'École Normale Supérieure de Paris, rue d'Ulm, de 1990 à 1994. Titulaire en 1995 d'un doctorat de mathématiques de l'Université Paris-Sud 11, il effectuera son post-doctorat en 1996 à l'IHÉS. Il sera par la suite nommé chargé de recherche au CNRS à l'Université Paris 13 puis directeur de recherche au CNRS à l'IRMAR de l'Université de Rennes 1 à partir de 2007.

Ahmed Abbes étudie principalement des propriétés géométriques et cohomologiques des

faisceaux sur les variétés sur des corps parfaits de caractéristique $p > 0$ ou sur des corps p -adiques, en vue d'applications en arithmétique et en géométrie algébrique. Ses travaux en commun avec Takeshi Saito (Université de Tokyo) ont permis de réaliser des percées significatives en théorie de la ramification.

Il est l'auteur d'un traité qui expose un développement systématique de la géométrie rigide suivant l'approche de M. Raynaud, basée sur les schémas formels à éclatements admissibles près. Ahmed Abbes a reçu la médaille de bronze du CNRS en 2005.

départ de Dirk Kreimer

Dirk Kreimer a reçu le Prix von Humboldt de la Recherche 2010. Ce prix est décerné par la Fondation Alexander von Humboldt, sur proposition d'une institution de recherche allemande. C'est le plus prestigieux des prix scientifiques en Allemagne.

Suite à ce prix, Dirk Kreimer a rejoint l'Université Humboldt de Berlin où il dirige le nouveau Centre interdisciplinaire pour la physique mathématique et se concentre sur les interactions entre les mathématiques et la physique théorique.

Dirk Kreimer est venu en France en 1991 avec l'intention d'avoir des contacts réguliers avec des mathématiciens intéressés par la théorie perturbative des champs quantiques. Son approche de la renormalisation par les algèbres de Hopf l'a conduit à collaborer dès la fin des années 1990 avec Alain Connes, avec qui il a

noué une amitié sincère. Ses recherches tournent aujourd'hui autour de la compréhension de la structure analytique des amplitudes dans la théorie des champs quantiques utilisant les structures mixtes de Hodge et de l'utilisation des matroïdes dans les théories de champs à spins.

Les dix années qu'il a passées à l'Institut comme visiteur CNRS longue durée laissent un très beau souvenir à tous ceux qui l'ont cotoyé. Nous lui souhaitons une belle réussite dans ses nouvelles fonctions.



Dirk Kreimer, Alain Connes

"Isolement amical

Lorsque je suis revenu en Europe au milieu des années 90, de mes deux années de post-doc passées à l'Université de Hobart en Tasmanie, je suis revenu avec de

nombreux souvenirs qui me sont chers de solitude bien utilisée : là-bas, la solitude pour penser était fournie à la pelle.

Quand je suis arrivé, cinq ans plus tard, à l'IHÉS, j'ai retrouvé cette sensation d'isolement qui m'était chère, mais dans un environnement beaucoup plus léger, merveilleusement cultivé : pouvoir s'isoler avec ses pensées, au beau milieu d'un épice intellectuel de réflexion méditative, est maintenant un souvenir de l'IHÉS que je garderai avec moi.

Merci à Alain pour son amitié, et merci à tous ceux de l'IHÉS pour la formidable décennie de ma vie scientifique."

Dirk Kreimer

départ de Christophe Breuil

Arrivé en 2002 à l'IHÉS comme visiteur CNRS longue durée, Christophe Breuil a rejoint en septembre 2010 le département de mathématiques de l'Université Paris-Sud.

Mathématicien spécialiste de géométrie algébrique et de théorie des nombres, ses recherches concernent tous les aspects du programme de Langlands



p -adique, qu'il a initié et sur lequel travaillent plusieurs chercheurs. Il s'attache avec ses élèves à développer ce programme pour d'autres groupes que $GL_2(\mathbb{Q}_p)$, en particulier $GL_2(\mathbb{F})$ avec $[\mathbb{F}:\mathbb{Q}_p] > 1$. Il a reçu en 2002 le Grand Prix Jacques Herbrand de l'Académie des sciences de Paris. Nous lui souhaitons également une belle réussite.

Laurent Lafforgue docteur honoris causa

L'Université Notre Dame, Indiana, États-Unis, a décerné le titre de Docteur Honoris Causa à Laurent Lafforgue, professeur permanent de l'IHÉS, le 22 mai 2011.

À cette occasion, il a donné deux exposés scientifiques portant sur le programme de Langlands, sur lequel il travaille depuis de nombreuses années, et une conférence publique intitulée "Does basic research have meaning? A few remarks by a catholic mathematician".

médaille d'or de l'Académie Royale Irlandaise

Samson Shatashvili, physicien théoricien, professeur à Trinity College à Dublin, titulaire de la Chaire Louis Michel à l'IHÉS depuis 2000, a reçu, le 24 novembre 2010, la Médaille d'or de l'Académie Royale Irlandaise en reconnaissance de ses découvertes révolutionnaires dans les domaines de la physique théorique et de la physique des particules.

prix Peano

David Ruelle, professeur honoraire à l'IHÉS, a reçu le 18 novembre 2010 à Turin, le Prix Peano 2010 pour son livre *La mente matematica* (Ed. Dedalo), traduction de son livre *L'étrange beauté des mathématiques*, publié en 2008 (Ed. Odile Jacob).

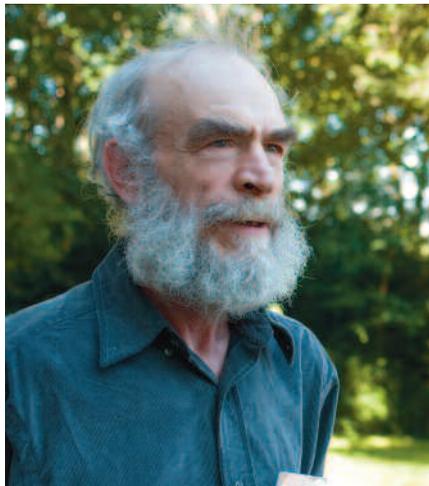
médaille Amaldi

Thibault Damour a reçu la Médaille Amaldi lors de la 19^e conférence SIGRAV (Société italienne de relativité générale et de physique gravitationnelle) qui s'est déroulée à Pise (Italie) du 27 septembre au 1^{er} octobre 2010.

prix Compositio Mathematica

La Fondation Compositio Mathematica a choisi d'attribuer le Prix Compositio Mathematica, pour sa première édition, à Nikita Nekrasov, Daves Maulik, Andrei Okounkov et Rahul Pandharipande pour leur article *Gromov-Witten Theory and Donaldson-Thomas Theory II* (Compositio Math. 142 (2006), 1286-1304). Ce prix a été remis lors de la conférence Compositio Prize Festivity à l'Université d'Amsterdam le 2 juillet 2010.

Mikhail Gromov, ForMemRS



Mikhail Gromov

Mikhail Gromov a été nommé le 20 mai 2011 membre étranger de la Royal Society (Royaume-Uni). La Royal Society reconnaît ainsi en lui « un des mathématiciens les plus profondément originaux de notre époque ».

Mikhail Gromov rejoint la dizaine de grands scientifiques français qui ont également été élus membres étrangers de la Royal Society, parmi lesquels figurent Jean-Pierre Serre, Jacques Friedel, Édouard Brézin et, plus récemment, Pascale Cossart.

La Royal Society compte 140 membres étrangers toutes disciplines confondues sur un total d'environ 1450 membres. Ils sont élus à vie à travers une évaluation effectuée par leurs pairs, huit nouveaux membres étrangers sont nommés chaque année.

Thibault Damour, chevalier de la Légion d'honneur

Thibault Damour a reçu les insignes de Chevalier de la Légion d'honneur le 6 décembre 2010, lors d'une cérémonie organisée à l'IHÉS.



Thibault Damour, Philippe Starck

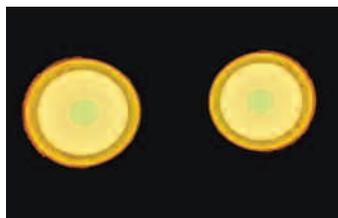
C'est son ami Philippe Starck qui est venu lui remettre cette distinction. Ils se connaissent depuis une dizaine d'années et se vouent une profonde admiration.

Voici un extrait du discours haut en couleur prononcé par Philippe Starck à cette occasion :
" Nous avons essayé pendant plusieurs années de nous rencontrer régulièrement afin qu'il m'apprenne des choses. Cela a été extraordinaire !

Il me parlait des quantiques ..., des cordes, (...) je ne comprenais rien. Mais, en fait, ce n'était pas le sujet que je comprenne ou pas, parce que ce qui m'importait c'était d'entendre la musique, parce que je pense que la science a une musique. (...)

Je crois aussi que, en étant sensible, il y a une poésie évidemment, une poésie des mathématiques, une poésie de la science et cette poésie est transposable dans la vie réelle. Et je vis aujourd'hui beaucoup mieux grâce au peu que j'ai compris par osmose, de façon très diverse, de façon très, très personnelle et je l'en remercie. "

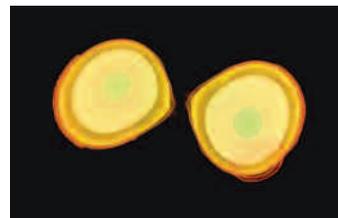
description des dernières orbites de systèmes binaires d'étoiles à neutrons



1



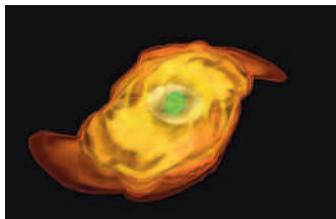
2



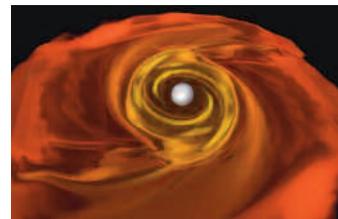
3



4



5



6

Les physiciens théoriciens, Thibault Damour et Alessandro Nagar, en collaboration avec une équipe de l'Institut Albert Einstein, ont fait une avancée importante dans la description des dernières orbites de systèmes binaires d'étoiles à neutrons.

Un article décrivant cette découverte a été publié par Physical Review Letters (PRL) : *Analytic Modelling of Tidal Effects in the Relativistic Inspiral of Binary Neutron Stars*, Phys. Rev. Lett **105**, 261101 (2010).

Cet article est une collaboration entre les théoriciens de la gravitation relativiste que sont Thibault Damour, professeur permanent à l'IHÉS, Alessandro Nagar, chercheur invité à l'IHÉS, et un groupe de spécialistes de la "relativité numérique" qui sont issus de l'Institut Albert Einstein (un institut Max-Planck situé à Golm, Allemagne) et qui travaillent actuellement dans plusieurs instituts : Luca Baiotti (Universités d'Osaka et de Kyoto, Japon), Bruno Giacomazzo (Université du Maryland et NASA Goddard Space Flight Center, États-Unis), et Luciano Rezzolla, qui dirige le groupe de relativité numérique de l'Institut Albert Einstein. Cet article concerne

la description des dernières orbites de systèmes binaires d'étoiles à neutrons, et leur observation (que l'on espère prochaine) par le réseau de détecteurs d'ondes gravitationnelles LIGO/VIRGO - LIGO étant aux États-Unis et VIRGO le détecteur franco-italien installé près de Pise.

Le résultat essentiel de cet article est d'avoir montré que la méthode analytique nouvelle (dite "effective one body" ou EOB) de description des systèmes binaires, inventée à l'IHÉS il y a quelques années (par Alessandra Buonanno et Thibault Damour) et développée récemment à l'IHÉS par Thibault Damour et Alessandro Nagar, permet de décrire le signal gravitationnel émis par un système de deux étoiles à neutrons avec une précision adéquate pour sa détection par LIGO/VIRGO.

L'article montre aussi que cette détection permettra de mesurer le rayon des étoiles à

neutrons. Cette mesure est potentiellement très importante car elle donnera accès à des informations nouvelles sur l'équation d'état de la matière nucléaire, ultra dense, qui constitue les étoiles à neutrons. Les résultats de cet article ont été obtenus en comparant les prédictions de la méthode analytique développée à l'IHÉS avec les meilleurs (et les plus longs) calculs sur ordinateur, au niveau mondial, de systèmes binaires d'étoiles à neutrons, qui ont été obtenus récemment grâce aux méthodes numériques développées à l'Institut Albert Einstein.

Illustrations : simulation numérique des dernières orbites d'un système binaire d'étoiles à neutrons.

Credits : B. Giacomazzo (AEI), R. Kaehler (ZIB/AEI), L. Rezzolla (AEI)

la Chaire Schlumberger

inauguration

Josselin Garnier et George Papanicolaou sont les premiers titulaires de la Chaire Schlumberger pour les sciences mathématiques à l'IHÉS.

De septembre 2010 à février 2011, ils ont collaboré sur des travaux portant sur l'imagerie, et notamment sur un nouveau type de méthode de formation de voies (beamforming) robuste en milieux complexes et sur l'amélioration de la résolution dans la formation d'images avec une illumination indirecte provenant des hétérogénéités du milieu. Ils ont développé et analysé des modèles mathématiques pour estimer le risque systémique d'un grand nombre d'agents en interaction qui tentent chacun de disperser leur risque individuel. Ils ont également initié une étude de propagation d'incertitudes pour un problème classique de géophysique qui consiste à estimer la vitesse d'ondes de surface à partir de mesures de temps de trajets (cf. article p. 8).

“ La proposition qui m'a été faite de rejoindre pour six mois la chaire Schlumberger était pour moi parfaite : elle arrivait à un moment où j'étais fortement motivé et intrigué par différentes pistes de recherche novatrices autour de l'imagerie. La conviction que l'IHÉS serait un cadre permettant de développer ces pistes m'a immédiatement séduit. Enfin la perspective de pouvoir travailler avec George Papanicolaou sur ces sujets n'a fait que renforcer cette conviction. Je ne pouvais donc qu'accepter la proposition avec enthousiasme.

Les premiers mois riches en résultats sur l'imagerie et sur d'autres questions qui sont apparues au fil de mes discussions avec George Papanicolaou, me satisfont pleinement. Ils me permettent de penser que ce semestre n'est que le début d'une période active et prolifique entre l'IHÉS, l'Université de Stanford, l'Université Paris Diderot et l'École Normale Supérieure.”

Josselin Garnier,
professeur à l'Université Paris Diderot

Le colloque inaugural de la Chaire Schlumberger a eu lieu les 17 et 18 novembre 2010 à l'IHÉS. C'est le thème des *Méthodes multi-échelles et imagerie* qui a été choisi et qui a été développé par Josselin Garnier, Habib Ammari, Patrick Joly, Felix Otto, Grégoire Allaire et George Papanicolaou.

Les leçons inaugurales des deux premiers détenteurs de la Chaire ont eu lieu dans la soirée du 18 novembre. George Papanicolaou et Josselin Garnier ont présenté avec beaucoup de clarté les travaux qui les occupaient dans le cadre de la Chaire Schlumberger, démontrant ainsi le bien-fondé de cette chaire à l'IHÉS. Les collaborations qui en résulteront seront fructueuses pour la communauté scientifique mais aussi pour le monde industriel.



Philippe Lacour-Gayet

“ Rejoindre la Chaire Schlumberger constituait pour moi une occasion unique de construire une relation de recherche de haut niveau durable et productive entre mon université à Stanford et l'IHÉS. Nos étudiants actuels et passés et nos collaborateurs proches, en France et aux États-Unis, tireront un grand profit en travaillant avec nous, Josselin Garnier et moi, sur des projets de recherche à la fois novateurs et interdisciplinaires. Nous nous sommes d'ores et déjà engagés sur des travaux portant sur l'imagerie, la propagation d'incertitudes et le risque systémique. Je suis très satisfait des progrès enregistrés sur ces questions en une si courte période.”

George Papanicolaou,
professeur à l'Université de Stanford

Histoire de la Chaire Schlumberger

Les sources d'inspiration des sciences théoriques sont extrêmement variées : de la poursuite, quelquefois sur plusieurs siècles, de problématiques nées directement de questions liées au fondement des sciences (comme dans la création des géométries non-euclidiennes), à la formalisation de problèmes mis à jour par la haute technologie (comme les études de sismique ayant donné naissance aux ondelettes), en passant par les interrogations qu'à un certain stade de son développement une science pose à ses voisines (comme l'étude systématique de la non-commutativité en mathématiques stimulée par l'apparition de la mécanique quantique).

Ces dernières années, l'IHÉS a souhaité explorer d'autres sources d'inspiration, comme les hautes technologies et la biologie tout en préservant ses valeurs fondamentales que sont la liberté de la recherche, la quête de l'excellence, l'interdisciplinarité, mais aussi la diversité humaine et scientifique.

Schlumberger Ltd. fut le partenaire naturel du projet en direction de problématiques à la frontière de la recherche appliquée et reliées plus directement aux préoccupations des entreprises. Schlumberger Ltd. est une entreprise de haute technologie dont les produits et les services se nourrissent de nombreux domaines scientifiques : la physique, la chimie, la géologie, la géophysique et les mathématiques... C'est aussi un soutien de longue date de l'Institut avec qui des liens de confiance et d'estime mutuelle se sont construits au cours des 10 dernières années.

Schlumberger



Josselin Garnier

Formé à l'École Normale Supérieure de la rue d'Ulm, il est professeur de mathématiques à l'Université Paris Diderot où il effectue ses recherches dans le Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires et au Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre-et-Marie-Curie. Il s'intéresse aux ondes en milieu aléatoire. Il a reçu le Prix Felix Klein 2008.



George Papanicolaou

Professeur Robert Grimmett au département de mathématiques de l'Université Stanford, États-Unis, depuis 1993 après avoir passé une grande partie de sa carrière au Courant Institute for Mathematical Sciences at New York University. Il a reçu de nombreux prix et reconnaissances, dont les deux derniers sont : le *William Benter Prize in Applied Mathematics 2010* et le *Josiah Willard Gibbs Lecture 2011*.

imagerie et bruit

Les techniques d'imagerie à base de réseaux de capteurs utilisent des ondes pour sonder un milieu inconnu. On peut mettre en place différentes modalités de transmission et réception d'ondes suivant les applications : contrôle non-destructif, imagerie médicale, sismologie. La tomographie par temps de trajet, la rétropropagation ou la migration sont des techniques bien connues pour extraire de l'information des données enregistrées par les réseaux. Récemment, de nouvelles idées ont émergé à partir d'observations expérimentales telles que les effets de super-résolution dans les expériences de retournement temporel ou de concepts théoriques tels que l'interférométrie cohérente ou les méthodes de corrélations croisées. La possibilité d'utiliser des sources incontrôlées de bruit ambiant au lieu de sources actives contrôlées a attiré l'attention des chercheurs, surtout en sismologie. Cet article explique brièvement comment ces idées s'articulent et présente les résultats de nos recherches pendant notre séjour à l'IHÉS.

Expériences de retournement temporel. Les premières expériences de retournement temporel ont été faites par Mathias Fink et son équipe à Paris. Elles ont été effectuées avec des ondes ultrasonores et ont eu un grand retentissement à cause des effets surprenants observés, à savoir une meilleure focalisation spatiale et compression temporelle des ondes dans les milieux aléatoires. Une expérience de retournement temporel fait appel à un outil très spécial : le miroir à

retournement temporel. Il s'agit d'un ensemble de transducteurs qui peuvent être utilisés soit comme émetteurs, soit comme récepteurs. La première partie d'une expérience-type de retournement temporel consiste en l'émission par une source ponctuelle d'une impulsion courte qui se propage dans un milieu homogène ou désordonné (voir schéma 1). Le miroir à retournement temporel est alors utilisé comme un réseau de récepteurs qui enregistrent les signaux ondulatoires. Pendant la seconde partie de l'expérience, le miroir à retournement temporel est utilisé comme un réseau d'émetteurs qui réémettent les signaux enregistrés retournés

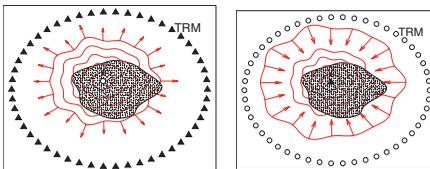


Schéma 1 : Une expérience de retournement temporel idéale, avec un miroir à retournement temporel qui entoure complètement la zone étudiée. Le schéma de gauche illustre la première partie de l'expérience. Une source ponctuelle (y) émet une impulsion courte qui se propage dans le milieu et est enregistrée par le miroir à retournement temporel. Le schéma de droite illustre la seconde partie de l'expérience. Le miroir à retournement temporel réémet les signaux enregistrés retournés temporellement qui se rétropropagent ensuite dans le milieu et se focalisent à l'emplacement d'origine de la source.

temporellement. Les ondes se rétropropagent ensuite dans le milieu. La réversibilité temporelle de l'équation des ondes fait que l'onde se refocalise à l'emplacement de la source d'origine. Par contre, un résultat inattendu est que la refocalisation est meilleure quand le milieu est aléatoirement désordonné que lorsqu'il est homogène. L'analyse mathématique de la refocalisation par retournement temporel a révélé que l'expérience de retournement temporel peut s'interpréter comme une opération de corrélation [1] : pendant la seconde étape de l'expérience de retournement temporel, l'onde retournée temporellement se propage dans le même milieu que celui qui avait été sondé pendant la première étape de l'expérience, et c'est un point fondamental. Si le milieu de la seconde étape est exactement identique à celui de la première étape, alors l'onde peut revivre les étapes de sa première propagation et la diffusion avec les hétérogénéités du milieu peut augmenter l'ouverture du cône de focalisation pour donner une focalisation précise à l'emplacement de la source d'origine. Si le milieu de la seconde étape n'est pas exactement identique à celui du milieu d'origine, la refocalisation est de faible qualité et instable.

Concrètement, la mise en évidence d'une meilleure focalisation spatiale et compression temporelle des signaux dans les expériences de retournement temporel en milieu aléatoire (voir schéma 2) a eu de nombreuses applications, dans la détection et la destruction des calculs rénaux par ondes ultrasonores par exemple.

L'amélioration de la focalisation spatiale est également utile pour réduire les interférences dans les systèmes sonar et les systèmes de télécommunications sans fil. Enfin, la notion de retournement temporel a joué un rôle important dans le développement de nouvelles méthodes pour l'imagerie en milieu aléatoire décrites ci-après.

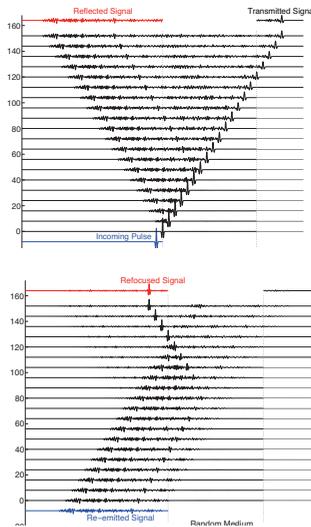


Schéma 2 : Compression temporelle des signaux retournés temporellement en milieu aléatoire (simulations numériques). Le schéma du haut illustre la première partie de l'expérience. Chaque ligne représente une photographie du profil de l'onde à différents instants. La ligne bleue en bas représente la condition initiale : une onde qui va vers la droite arrive du demi-espace homogène de gauche et entre dans la zone désordonnée. Les lignes noires représentent le profil de l'onde qui se propage dans la zone désordonnée. La ligne rouge en haut représente l'onde réfléchie qui est enregistrée par le miroir à retournement temporel. Le schéma du bas illustre la seconde partie de l'expérience. La ligne bleue en bas représente la condition initiale : c'est le signal enregistré à la fin de la première partie de l'expérience qui est retourné temporellement et réémis par le miroir à retournement temporel. La ligne rouge en haut représente l'onde réfléchie, qui montre qu'un signal retourné temporellement émerge du milieu.

Imagerie par interférométrie cohérente.

L'analyse mathématique des expériences de retournement temporel a montré que la corrélation croisée d'ondes partiellement cohérentes est un objet d'étude important. Elle a donné lieu à la formulation d'une nouvelle méthode d'imagerie dans le contexte de l'imagerie par réseau de capteurs en milieu aléatoire.

Lorsqu'on fait de l'imagerie avec des ondes, on sonde le milieu inconnu avec des ondes émises par un ensemble de sources et les échos sont ensuite enregistrés par un ensemble de capteurs. Dans l'imagerie classique par réseau, les données sont collectées sous la forme d'une matrice de réponse (voir schéma 3). La matrice de réponse du réseau est obtenue colonne par colonne en émettant une impulsion courte à partir de chaque source, puis en enregistrant les échos reçus par tous les récepteurs. Les signaux enregistrés sont ensuite traités pour produire une image de la zone examinée. Classiquement ce traitement est la rétropropagation numérique des signaux enregistrés, qui sont censés se focaliser à l'emplacement des réflecteurs principaux dans le milieu, tel qu'on peut l'observer dans les expériences de retournement temporel.

Cette méthode d'imagerie est très performante quand le milieu est homogène ou parfaitement connu, puisqu'elle équivaut alors strictement à une expérience de retournement temporel dans laquelle la rétropropagation est numérique plutôt que physique. Mais lorsque le milieu est désordonné et pas parfaitement connu, la rétropropagation numérique doit se faire dans un milieu fictif qui n'est pas le milieu réel et on observe alors une faible focalisation. L'imagerie par interférométrie cohérente consiste en la rétropropagation des corrélations croisées des données calculées localement en temps et en espace et a été conçue pour améliorer les images quand le milieu entre le réseau et l'objet à imager est désordonné et inconnu [Borcea et al., Inverse Problems 21 (2005), 1419]. Pendant notre séjour à l'IHÉS, nous avons montré que la fonctionnelle d'imagerie par interférométrie cohérente est en fait équivalente à une fonctionnelle d'énergie de signaux obtenus par fenêtrage temporel et formation de voies, c'est-à-dire une fonction quadratique des signaux traités uniquement par décalage et troncature temporels à l'émission et à la réception. Cette forme d'imagerie par interférométrie cohérente peut donc être mise en œuvre aussi bien de manière analogique par traitement électronique utilisant des lignes à retard et des portes que de manière numérique, avec, idéalement, un coût de calcul comparable aux méthodes habituelles d'imagerie avec formation de voies et migration. Nous avons également ré-examiné le compromis entre l'amélioration de la stabilité de l'image et la perte de résolution à la lumière de l'interprétation de la fonctionnelle d'imagerie par interférométrie cohérente en termes de fonctionnelle d'énergie.

Imagerie par bruit ambiant. On peut explorer la structure géologique de la Terre en observant la propagation des ondes élastiques dans la croûte terrestre. En sismologie classique, on utilise uniquement les ondes engendrées par des tremblements de terre ou des explosions artificielles, enregistrées par un réseau de capteurs (géophones). Les expériences de retournement temporel ou l'imagerie par réseau actif (avec des réseaux de sources) ne sont pas possibles en sismologie puisqu'il est difficile

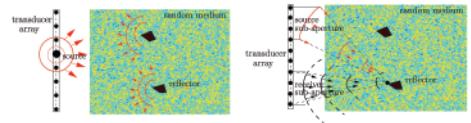


Schéma 3 : Imagerie par interférométrie cohérente. Dans le schéma de gauche, un réseau de capteurs sert à sonder un milieu inconnu contenant des réflecteurs (un des transducteurs sert de source, les autres transducteurs servent de capteurs et enregistrent les échos, formant ainsi une colonne de la matrice de réponse de réseau). Dans le schéma de droite, les corrélations croisées locales des signaux enregistrés se rétropropagent numériquement et se focalisent à l'emplacement des réflecteurs.

de produire des sources contrôlées d'ondes sismiques. Cependant, même sans tremblement de terre ou explosion, un signal incohérent faible est enregistré par les géophones : le bruit sismique, dans la gamme de fréquences autour de 0,1 Hz provient essentiellement des ondes de surface engendrées par l'interaction entre la houle maritime et la terre. Il s'avère que ces signaux bruités peuvent être utilisés pour obtenir de l'information sur les temps de trajet. L'observation principale est que la corrélation croisée des signaux bruités enregistrés par deux capteurs est liée au temps de trajet entre les capteurs. Par conséquent, on peut obtenir la carte de la vitesse de propagation des ondes de surface à partir de l'estimation des temps de trajet entre les capteurs dans un réseau couvrant la zone examinée, comme cela a été fait en Californie du Sud. [Sabra et al. Geophys. Res. Lett. 32 (2005), L14311]. En fait, l'idée d'exploiter le bruit ambiant et d'utiliser les corrélations croisées de signaux bruités pour récupérer de l'information sur les temps de trajet a d'abord été proposée en héliosismologie. [Rickett et al., The Leading Edge 18 (1999), 957]. Elle a été appliquée à l'estimation de la carte de la vitesse de propagation des ondes de surface sur des échelles régionales et locales, à la surveillance des volcans

et à la prospection pétrolière [Larose et al., Geophysics 71 (2006), S111].

Ces observations ont conduit à de nouveaux concepts en imagerie. Tout d'abord, on peut expliquer mathématiquement le lien entre la corrélation croisée de signaux bruités et enregistrés par deux points et le temps de trajet entre ces points. Ceci est motivé par l'analogie entre la corrélation croisée des signaux bruités et une expérience de retournement temporel virtuelle, dans laquelle un des points est la source d'origine, l'autre point est le capteur et les sources de bruit font office de miroir à retournement temporel virtuel. Cette analogie (ainsi que l'identité de Helmholtz-Kirchhoff, une variante de l'identité de Green) montre que quand le support spatial des sources aléatoires de bruit entoure complètement la zone examinée, la corrélation croisée des signaux enregistrés possède un pic centré sur le temps de trajet entre les capteurs (voir schéma 4). Cependant, dans de nombreuses applications, la distribution des sources du bruit est limitée dans l'espace et les ondes enregistrées par les capteurs sont dominées par le flux qui provient de la direction des sources de bruit. Les corrélations croisées des signaux enregistrés dépendent alors de l'orientation de ces capteurs par rapport au flux d'énergie. Ceci impacte fortement la qualité de l'estimation du temps de trajet. Elle est bonne quand la ligne entre les capteurs suit la direction du flux d'énergie et mauvaise quand elle lui est perpendiculaire, ainsi qu'on peut l'expliquer par des arguments de phase stationnaire.

Quand il existe de la diffusion multiple dans le milieu, comme c'est le cas dans une cavité ergodique ou dans un milieu aléatoirement désordonné, les signaux enregistrés possèdent davantage de diversité directionnelle. Cela a été étudié dans le contexte d'expériences de retournement temporel et il a été démontré que la refocalisation par retournement temporel peut être améliorée dans un milieu diffusant aléatoire. Il s'avère qu'il est possible d'exploiter la diversité directionnelle des ondes multiplement diffusées pour la tomographie par temps de trajet en utilisant les corrélations croisées de signaux de bruit ambiant. En effet, le temps de trajet entre deux capteurs peut être estimé, même dans des situations peu favorables, par des fonctions de corrélation du quatrième ordre utilisant des capteurs auxiliaires. [Stehly et al., J. Geophys. Res. 113 (2008), B11306]. « Peu favorable » signifie ici que la composante principale du flux d'énergie en provenance des sources de bruit est à peu près perpendiculaire au rayon qui relie les deux

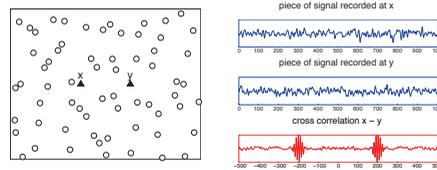


Schéma 4 : Imagerie par bruit ambiant (solutions numériques). Quand le support spatial des sources de bruit (les cercles) s'étend sur tout l'espace, les corrélations croisées de signaux enregistrés en x et en y sont symétriques et présentent deux pics centrés en plus et moins le temps de trajet entre les deux points.

capteurs. Les corrélations du quatrième ordre sont utiles pour améliorer l'estimation du temps de trajet entre les deux capteurs en exploitant les diffuseurs comme sources secondaires et en réduisant la contribution du flux primaire.

Les signaux de bruit ambiant peuvent également être utilisés dans l'imagerie passive de réflecteurs présents dans le milieu. En effet, en présence de réflecteurs, les corrélations croisées entre paires de capteurs possèdent, en plus des pics principaux centrés en les temps de trajet entre eux, d'autres pics centrés en des temps correspondant aux temps de trajet entre les capteurs et les réflecteurs. L'analyse de la relation entre les pics secondaires des corrélations croisées et les temps de trajet entre capteurs et réflecteurs montre comment imager les réflecteurs en migrant convenablement les corrélations [3]. La résolution de l'image dépend de la diversité directionnelle des signaux bruités par rapport au réseau de capteurs et de l'emplacement du ou des réflecteurs. Quand la diversité directionnelle est faible, on peut l'améliorer en exploitant les propriétés de diffusion du milieu. Cependant, la diffusion augmente aussi le niveau de fluctuations des corrélations croisées et donc brouille l'image. Pendant notre séjour à l'IHÉS, nous avons étudié le compromis entre l'amélioration de la résolution et la réduction du rapport signal sur bruit par la diffusion [4] et nous avons montré que cela demande une connaissance approfondie de la propagation des ondes en milieu aléatoire et multi-échelles. En utilisant une analogie avec le concept d'imagerie par interférométrie cohérente introduit dans le cas de sources émettant des impulsions courtes, il est possible de calculer des corrélations croisées locales en temps et en espace et de les migrer pour former une image. L'utilisation de corrélations croisées itérées peut grandement améliorer la qualité des images (voir schéma 5). Ces techniques sont nouvelles et

pourraient certainement être améliorées et élargies à d'autres domaines, tels que l'imagerie micro-onde et peuvent à leur tour susciter de nouvelles idées pour les techniques d'imagerie utilisant des réseaux actifs de sources et de capteurs.

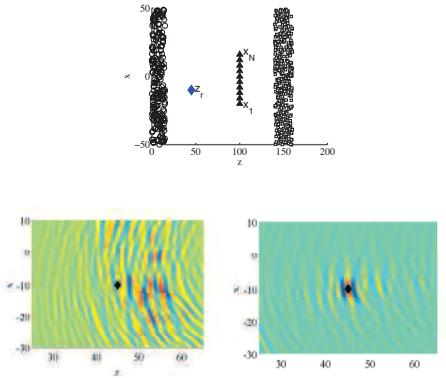


Schéma 5 : Imagerie de réflecteurs en utilisant des signaux engendrés par des sources de bruit ambiant (simulations numériques). La configuration est illustrée dans le schéma du haut : les cercles sont les sources de bruit, les carrés sont les diffuseurs, les triangles sont les capteurs et le losange est un petit réflecteur. Le schéma en bas à gauche montre l'image obtenue en migrant la matrice des corrélations croisées des signaux bruités enregistrés. Le schéma en bas en droite montre l'image obtenue en migrant les corrélations croisées spéciales du quatrième ordre.

Pour aller plus loin :

- [1] L. Borcea, J. Garnier, G. Papanicolaou, and C. Tsogka, *Coherent interferometric imaging, time gating, and beamforming*, to appear in *Inverse Problems*.
- [2] J.-P. Fouque, J. Garnier, G. Papanicolaou, and K. Solna, *Wave propagation and time reversal in randomly layered media*, Springer, New York, 2007.
- [3] J. Garnier and G. Papanicolaou, *Passive sensor imaging using cross correlations of noisy signals in a scattering medium*, *SIAM J. Imaging Sciences* 2 (2009), 396-437.
- [4] J. Garnier and G. Papanicolaou, *Fluctuation theory of ambient noise imaging*, to appear in *Compte Rendu Acad. Sci. Paris Geosciences*.

la campagne du Cinquantième

dernière année de campagne

L'IHÉS a lancé officiellement en mars 2008 sa deuxième campagne internationale de recherche de fonds, active sur la France, les États-Unis, le Japon et la Chine.

Cette campagne de grands donateurs se terminera à la fin de l'année ; l'Institut compte mettre à profit ces derniers mois pour maintenir son niveau d'engagement et réunir de nouveaux partenaires.

Du côté des États-Unis, le renforcement de la structure de Friends of IHES, Inc. est, en ce sens, plein de promesses. En 2010, le Board de l'association a été renouvelé avec l'élection d'un nouveau Président, en la personne de Renaud Dutreil. Cette élection a permis l'arrivée de nouveaux membres élus au Board de "Friends", tous très enthousiasmés par l'IHÉS et avec l'envie de faire progresser la visibilité de l'association au sein de la communauté d'affaires américaine. Le

recrutement d'une directrice exécutive de l'association va permettre de maintenir des efforts continus de collecte de fonds, notamment par l'organisation régulière d'événements, indispensables pour promouvoir l'action de "Friends".

Les efforts faits en direction de la Chine ont donné quelques résultats encourageants. La visibilité de l'Institut y est accrue mais la recherche de donateurs chinois pour le Fonds Chern progresse lentement.

La collecte en France a été un grand succès, avec une progression importante, depuis la campagne précédente, de la part de personnes morales françaises dans le cercle des grands donateurs de l'Institut ; en effet, plusieurs

grandes entreprises se sont engagées auprès de l'Institut avec des dons très significatifs. C'était l'un des principaux défis de cette campagne.

Il reste néanmoins important pour l'IHÉS de rallier de nouvelles institutions. En effet, des objectifs stratégiques restent à atteindre comme le recrutement d'un sixième professeur permanent et le renforcement de l'attractivité de l'Institut à l'échelle internationale.



la Chaire Jean-Paul Gimon

Créée en 2005, à la mémoire de

Jean-Paul Gimon, ancien membre du Conseil d'Administration de l'IHÉS et précieux conseiller de l'Institut lors du lancement de sa toute première campagne de recherche de fonds en 2001, cette Chaire financera à perpétuité deux mois de visite de chercheurs à l'Institut.

Jean-Paul Gimon s'est toujours préoccupé de l'accès des jeunes générations à un lieu comme l'IHÉS, et en particulier de celles venant de pays en développement. C'est pourquoi cette Chaire portant son nom est destinée à de jeunes scientifiques, avec une priorité pour les chercheurs venant d'Afrique.

“ Le 19 mai 2011, l'Institut a organisé une cérémonie en l'honneur de Jean-Paul Gimon. Ce dernier a joué un rôle clé à un moment difficile de l'IHÉS, c'est pourquoi l'Institut a souhaité exprimer toute sa reconnaissance à son égard par la création d'une Chaire. Il est en effet celui qui a su encourager et donner les moyens nécessaires pour initier la toute première campagne de recherche de fonds de l'Institut. C'était en 2000 et l'IHÉS connaissait une situation financière préoccupante. Depuis ce sont plus de 30 millions d'euros qui ont été collectés en France et dans le monde, et ceci grâce à de nouvelles personnalités qui se sont ralliées à la cause de l'IHÉS. Je souhaite remercier, à ce propos, Renaud Dutreil, Président de LVMH Inc., d'avoir accepté de prendre le relais pour représenter Friends of IHES, Inc. aux États-Unis, mettant en place une équipe efficace et apportant un grand dynamisme à cette association qui occupe une place importante dans le rayonnement de l'Institut.

En tant que Président du Conseil d'Administration de l'IHÉS, je me réjouis également de l'engagement de nouvelles entreprises aux côtés de l'Institut et salue en particulier Huawei Technologies France qui a fait récemment un don significatif à l'IHÉS.

D'autres sources de satisfaction sont les nombreux prix décernés aux professeurs de l'IHÉS ainsi que les efforts pour améliorer la visibilité de l'Institut par des initiatives originales comme la conférence grand public organisée à l'exposition universelle de Shanghai ou le livre Les Déchiffreurs, voyage en mathématiques. Sans ce rayonnement la Campagne du Cinquantième n'aurait pas rencontré un aussi grand succès. ”



Philippe Lagayette

campagne aux États-Unis

renouvellement du Board de Friends of IHES, Inc.

Après onze années d'existence, l'association a élu un nouveau Président et trois nouveaux membres de son Board.

Friends of IHES, Inc. est une association qui a été créée en 1999 principalement pour aider l'IHÉS à augmenter sa visibilité aux États-Unis.

L'IHÉS partage des liens historiques avec les États-Unis qui remontent à ses toutes premières années d'existence lorsque Léon Motchane a convaincu Robert Oppenheimer de rejoindre le Conseil d'Administration de l'Institut pour guider l'IHÉS dans ses premiers pas. Depuis ce sont des centaines de chercheurs américains qui ont été invités à l'Institut. Nombreux sont les professeurs permanents de l'IHÉS qui ont également participé au dynamisme des échanges entre l'Institut et la communauté scientifique américaine.

Depuis sa création, "Friends" a beaucoup aidé l'IHÉS en terme de visibilité mais aussi en terme de fonds collectés et donnés à l'Institut. Cette association compte beaucoup pour l'Institut.

En mai 2010, Renaud Dutreil, Président de LVMH Inc., a été élu Président du Conseil d'Administration de Friends of IHES, Inc.. Suite à cette élection, de nouveaux membres issus du milieu des affaires de New York ont rejoint l'association, arrivées qui laissent espérer une augmentation de l'activité de "Friends" et une amélioration de sa capacité à rassembler et à sensibiliser de nouveaux donateurs.



Réception chez M. l'Ambassadeur auprès des Nations Unies, Gérard Araud, à la Résidence de France, New York, le 12 mai 2010

campagne 2011 - 2012

Une nouvelle campagne a été lancée par Friends of IHES, Inc. avec un objectif de 3 millions de dollars à collecter en 2011 et 2012.

La priorité est donnée à la recherche de financements pour les visiteurs américains qui représentent 30 % du programme de chercheurs invités de l'Institut.

Un Fonds États-Unis capitalisé sera créé pour financer à perpétuité une partie des chercheurs invités américains. Friends of IHES, Inc. va

parallèlement développer des efforts en direction des fondations pour nouer avec elles de nouveaux partenariats destinés au financement pluri-annuel de visiteurs américains.

Inédit : "Friends" crée un "Corporate club" destiné à rallier de nouvelles entreprises américaines à ses côtés, avec en perspective des événements de haut niveau qui bénéficieront bientôt, nous l'espérons, d'une grande notoriété sur la place new yorkaise.

soutien du CIC

La filiale new yorkaise du CIC est un soutien de longue date des actions de Friends of IHES, Inc., et ceci grâce à Serge Bellanger qui fut un fervent admirateur de l'IHÉS et de l'excellence des mathématiques françaises. Friends of IHES, Inc. est très heureux de la poursuite de cette collaboration en 2010 et 2011 et en remercie chaleureusement le CIC.



“ Comme beaucoup, j'ai toujours mis les mathématiques au premier rang des disciplines

essentielles et suis fier et heureux de voir la France - et en particulier l'IHÉS - tenir un rôle éminent dans leur développement au service de la science et de l'intelligence. L'IHÉS a créé une communauté d'exception réunissant des scientifiques du monde entier, avec des succès considérables en mathématiques et en physique théorique, dans un extraordinaire climat de liberté et d'indépendance intellectuelle.

La campagne lancée en 2011 aux États-Unis a pour objectif d'offrir aux chercheurs américains de nouvelles opportunités pour étudier à l'IHÉS. Il est crucial pour Friends of IHES, Inc. dont 2011 marque un nouveau départ, d'identifier de nouveaux donateurs, sociétés et fondations disposés à soutenir la recherche fondamentale en mathématiques.

Développer les échanges entre les États-Unis et la France contribuera à l'expansion de l'excellence académique des deux nations et bénéficiera à la communauté scientifique mondiale. Donner pour cette cause, c'est faire un pas de plus vers la compréhension du monde. ”

Renaud Dutreil

petit déjeuner finance au Consulat Général de France à New York



Yuri Tschinkel, Eugene Durenard



Luc Hardy, David Goldman

“Some New Directions at the interface between Finance and Mathematics: Bottom-Up Finance” est le thème qui a été développé lors du petit déjeuner “Spécial Finance” organisé par Friends of IHES, Inc., le jeudi 12 mai dernier.

Accueilli dans le cadre élégant du Consulat Général de France à New York, cet événement a été l’occasion de créer un moment d’échange entre des scientifiques et des financiers, ainsi que des personnalités du monde des affaires, autour d’un sujet d’actualité : l’avenir des mathématiques financières, décriées suite à la violente crise financière de 2008.

À la frontière des mathématiques et de la finance, deux scientifiques ont présenté de courts exposés sur ce sujet : Eugene Durenard, Partner, Orion Investment Management Ltd., et Petter Kolm, directeur du programme de mathématiques financières au Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University. Eugene Durenard a assuré le premier des exposés au cours duquel il a partagé sa réflexion sur les développements actuels liés aux mathématiques financières. Selon lui, la théorie financière a longtemps été fondée sur un “Top-Down” mais le bilan de cette approche est aujourd’hui décevant. C’est

pourquoi un changement de paradigme est à présent clairement nécessaire et les débuts de celui-ci se dégagent déjà. Cette nouvelle approche est multi-facettes et repose principalement sur l’étude du marché comme un système complexe où les modèles à grande échelle émergent des interactions élémentaires d’agents relativement simples. Elle devrait permettre un cadre unifié pour étudier différentes caractéristiques phénoménologiques (comme le comportement asymétrique des agents ou des non-linéarités en macro-économie) qui sont au cœur de la conception des stratégies de survie efficaces et rentables sur

le marché mondial. Eugene Durenard a conclu en expliquant que la nouvelle direction prise en finance mathématique devrait se situer à la confluence des recherches récentes dans les systèmes complexes, la théorie du contrôle, les agents autonomes adaptatifs et certains aspects de la biologie mathématique. Cet événement a aussi été l’occasion de faire connaître la grande qualité des événements que Friends of IHES, Inc. propose aujourd’hui. Nous espérons que beaucoup d’autres événements de ce niveau seront organisés prochainement.

“... Les liens de l’Institut avec les États-Unis sont très forts. Ils le sont depuis l’origine puisque le célèbre Institute for Advanced Study (IAS) de Princeton a servi en quelque sorte de modèle à l’Institut. Ces liens sont tout aussi étroits aujourd’hui puisque l’Institut compte dans ses rangs pas moins de 30 % de mathématiciens, physiciens, biologistes et informaticiens américains. C’est la mission notamment de Friends of IHES que de renforcer encore ces liens entre l’Institut et les États-Unis.

Nous avons souhaité rassembler ce matin le monde de la finance et celui des mathématiques. Les mathématiciens français sont un vivier apprécié, et parfois controversé (il faut reconnaître qu’ils ont bon dos !) de Wall Street. Personnellement, je me réjouis de voir la formation et l’expertise françaises aussi prisées ici. ...”

**Extrait du discours de Philippe Lalliot,
Consul Général de France à New York**

campagne en République Populaire

exposition universelle de Shanghai

Depuis plus de 10 ans, l'IHÉS met en place des actions destinées à augmenter sa visibilité au sein de la communauté scientifique chinoise et à attirer à lui davantage de professeurs chinois.

L'Exposition universelle de Shanghai était une occasion exceptionnelle pour rentrer en contact avec le public chinois, mais aussi avec des étudiants et des chercheurs. C'est pourquoi l'IHÉS a posé sa candidature pour organiser dans le Pavillon France, la conférence « *À la rencontre des déchiffreurs* », une conférence scientifique destinée au grand public organisée autour de courts exposés.

Initialement prévue sur une demi-journée, la conférence a dû être prolongée sur toute la journée pour pouvoir répondre favorablement au grand nombre de demandes d'inscription. C'est finalement plus de deux cent personnes qui étaient présentes pour écouter de grands scientifiques venus spécialement partager des travaux de recherche en cours ou certains aspects des mathématiques qu'ils trouvent particulièrement intéressants.

Quatre des huit exposés ont porté sur la physique mathématique et l'apport de la géométrie dans notre connaissance de l'Univers : Liu Kefeng (Zhejiang University) « *Des mathématiques nées de la physique* », Long Yiming (Chern Institute of Mathematics, Nankai University) « *Le système solaire vu*



Li Ta-Tsien

par un mathématicien » et Hu Sen (University of Science and Technology of China) « *À la recherche de la géométrie de l'univers* ». Cédric Villani (Université de Lyon I - Institut Henri Poincaré) a traité de l'évolution des galaxies en utilisant une analogie avec la cinétique des gaz.

Les autres exposés assurés par Jean Pierre Bourguignon (CNRS-IHÉS), Josselin Garnier (IHÉS-Université Denis Diderot), Li Ta-Tsien (Institut Sino-Français de Mathématiques Appliquées), George Papanicolaou (IHÉS-Stanford University) ont abordé des thèmes plus variés, tels que les polyèdres flexibles, l'analyse des images pour la sismologie, l'apport des mathématiques à la finance et le Nombre d'Or.

L'IHÉS remercie tout le personnel du Consulat Général de France à Shanghai ainsi que Yao Yi-Jun et son épouse Xu Mingyu, pour leur aide précieuse et leur participation active dans le succès de cette journée, ainsi que les sponsors de l'événement : EADS, Saint-Gobain, la Société Générale et LCL Banque privée.



Hu Sen, Liu Kefeng, George Papanicolaou, Josselin Garnier, Cédric Villani

exposition Les Déchiffreurs



Inauguration de l'exposition à Pékin par Jean Pierre Bourguignon

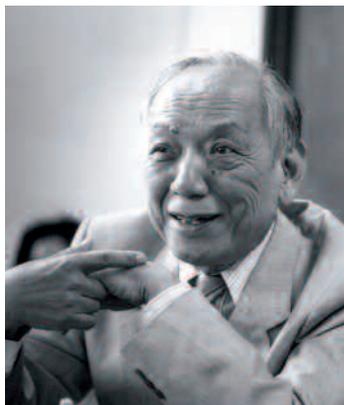
Le Pavillon Paris Île-de-France de l'Exposition universelle, où l'exposition itinérante *Les Déchiffreurs* a été accrochée du 16 au 23 octobre 2010, fut le point de départ d'une longue tournée de l'exposition à travers la Chine via le réseau des Alliances Françaises.

Neuf grandes villes ont souhaité accueillir l'exposition entre novembre 2010 et septembre 2011 : Nankin, Canton, Jinan, Xi'an, Pékin, Hangzhou, Chongqing, Macao et Tianjin. La publication en chinois du livre *Les Déchiffreurs* aux Éditions Higher Education Press vient compléter l'exposition avec l'ajout à la version originale de textes de scientifiques chinois. Ce livre, édité en France aux Éditions Belin, est l'œuvre de J.-F. Dars, A. Lesne et A. Papillault.



Exposition à Xi'an

dons pour le Fonds Chern



Chern Shiing-Shen

Chern Shiing-Shen est un des plus grands géomètres du 20^e siècle. Sa contribution à la géométrie différentielle, notamment, fut majeure et eut de nombreuses retombées.

Le Professeur Chern aurait fêté en 2011 son 100^e anniversaire. Le Chern Institute of Mathematics, Nankai University (Tianjin, Chine) et MSRI (Berkeley, États-Unis), deux instituts qui lui doivent leur création, organiseront des célébrations du 24 au 28 octobre 2011 (au CIM) et du 30 octobre au 5 novembre 2011 (au MSRI). L'IHÉS organisera, le 17 novembre 2011, une journée de conférences à sa mémoire.

Le Fonds Chern est un fonds destiné au financement de visites de recherche de professeurs chinois invités à l'Institut. Ce faisant, il répond à trois objectifs plus larges qui sont l'intensification des échanges scientifiques entre la Chine et la France, la promotion de la recherche scientifique sans contrainte de programmes et l'augmentation de la visibilité de l'IHÉS au sein des communautés scientifiques chinoises (en mathématiques, physique théorique et à l'interface entre mathématiques et biologie).

De nombreuses entreprises françaises sont les partenaires de ce projet ; l'Institut espère également réunir des donateurs chinois et il développe dans cet objectif des efforts soutenus.

Dès sa création en 2002, le Fonds Chern a reçu le soutien du Professeur Chern Shiing-Shen, qui s'est impliqué personnellement dans le développement du Fonds en y apportant une contribution financière par l'intermédiaire de sa propre

fondation. Après sa disparition, la famille Chern a maintenu tout son soutien à ce projet. En novembre 2010, la Fondation Chern a fait un nouveau don. L'IHÉS remercie très chaleureusement May Chu, fille de Chern Shiing-Shen et présidente de la Fondation, pour sa confiance.

Un autre don très significatif est parvenu à l'Institut dernièrement pour le Fonds Chern de la Fondation d'entreprise EADS. EADS est également un soutien de longue date de l'Institut. Ces dix dernières années, plusieurs projets ont été créés à l'Institut avec son aide.



Louis Nirenberg (premier récipiendaire de la médaille Chern) et May Chu lors du Congrès international des mathématiciens à Hyderabad, août 2010

le Fonds Huawei Technologies

Un fonds destiné au financement de chercheurs invités a été créé en début d'année par la filiale française de Huawei Technologies.

Cette entreprise chinoise à haute valeur ajoutée technologique a ouvert deux centres de recherche en France, un à Lannion (Côtes d'Armor), l'autre à Cergy-Pontoise. Depuis sa création, Huawei Technologies a toujours considéré la recherche comme un moyen essentiel d'améliorer sa capacité à satisfaire aux



exigences du marché mais aussi d'offrir des outils techniques très innovants. C'est pourquoi cette grande entreprise chinoise a souhaité soutenir la recherche fondamentale en mathématiques et a choisi pour cela l'IHÉS, tant pour la liberté qui y est offerte aux chercheurs que pour son niveau d'excellence.

Le Fonds Huawei Technologies à l'IHÉS financera à perpétuité 2 mois de visite de recherche par an.



Leo Sun (Directeur Général de Huawei France), Jean Pierre Bourguignon, François Quentin (Président de Huawei France), Philippe Lagayette

le point de vue de ...

Shelly Garion et Sefi Ladkani

L'Institut Post-Doctoral Européen pour les Sciences Mathématiques (IPDE), constitué de dix instituts répartis sur toute l'Europe, existe depuis 1995 afin d'encourager la mobilité des jeunes scientifiques à l'échelle européenne. Témoignage recueilli en mars 2011.

Nous sommes un couple marié de mathématiciens et sommes actuellement visiteurs IPDE à l'IHÉS. Nous sommes tous les deux diplômés de l'Université Hébraïque de Jérusalem en Israël. Les travaux de recherche de Sefi sont dans le domaine de la théorie des représentations et de l'algèbre homologique ; ceux de Shelly sont dans le domaine de la théorie des groupes. Ces domaines de recherche sont dans le champ général de l'algèbre, donc bien que chacun d'entre nous mène ses recherches indépendamment, nous essayons de nous aider et de nous épauler sur des questions ou des problèmes généraux qui interviennent et que nous rencontrons durant nos travaux. Durant ses recherches, Sefi se concentre sur le thème des équivalences dérivées et ses aspects combinatoires, en particulier concernant les catégories venant des données combinatoires apparaissant généralement dans les contextes algébriques, combinatoires et topologiques. Les catégories dérivées, et plus généralement les catégories triangulées, ont trouvé des applications dans divers domaines des mathématiques et de la physique mathématique, formant aussi des ponts entre différents domaines d'algèbre et de géométrie. Shelly effectue ses recherches sur les groupes finis simples. Les groupes finis se rencontrent généralement quand on considère la symétrie des objets mathématiques et physiques, et les groupes finis simples peuvent être vus comme leurs briques élémentaires. Elle se concentre sur l'étude des aspects combinatoires et probabilistes de ces

agenda 2011

le "Tour de France des déchiffreurs"

26 septembre - 6 octobre : École Normale Supérieure Lyon
7 - 8 octobre : CIRM, Luminy
10 - 21 octobre : Université de Montpellier
31 octobre - 10 novembre : Université de Strasbourg
14 - 30 novembre : Université 1, Nancy
1^{er} décembre 2011 - 6 avril 2012 : région Nord-Pas de Calais
Dates à définir pour Rennes, Orléans et Grenoble.
Tous les détails de cet événement sur le site de l'Institut.

le "Tour de Chine des déchiffreurs"

Juin : Alliance Française de Chongqing
Juillet : Alliance Française de Macao
Août - septembre : Alliance Française de Tianjin

Du 7 au 9 septembre, IHÉS

Accueil des étudiants de maîtrise des établissements d'enseignement de la Fondation Hadamard.

groupes, utilisant les techniques de la théorie des nombres et la géométrie algébrique.

Un aspect commun de notre travail est l'usage plutôt fréquent des ordinateurs de manière à expérimenter et vérifier plusieurs cas d'un problème avant de formuler toutes les hypothèses et affirmations qui sont alors prouvées dans leur globalité totale en utilisant des méthodes rigoureuses.

Nous avons commencé notre visite de l'Europe en 2008 en séjournant à l'IHÉS pendant deux mois et sommes ensuite allés à Bonn. Plus tard, nous avons été sélectionnés tous les deux comme lauréats IPDE pour les années 2009-2011. C'est une bourse de 2 ans permettant de mener ses recherches dans des instituts prestigieux en Europe. Elle donne plusieurs avantages à ce stade précoce de la carrière ; la bourse nous permet de se concentrer sur nos recherches sans préoccupations externes mais aussi d'établir des contacts et discuter d'idées avec les chercheurs de ces instituts, qui diffèrent des universités ordinaires par la présence de quelques membres permanents renommés, et de scientifiques invités venant du monde entier.

Nous sommes très heureux d'avoir été sélectionnés tous les deux pour ce programme, car cela nous permet de continuer d'habiter ensemble tout en développant notre carrière, ce qui n'est pas du tout trivial mais extrêmement important pour nous.

Nous avons commencé notre itinéraire IPDE en 2009 en restant un an au Max-Planck-Institut für Mathematik (MPIM) à Bonn, situé au cœur de cette ville charmante à côté du Rhin. À Bonn, il y a beaucoup d'activités mathématiques, au MPIM sous la forme de séminaires hebdomadaires et groupes de travail variés mais aussi à l'Université de Bonn et à l'Institut Hausdorff.

12 septembre, IHÉS

Après-midi de géométrie arithmétique à l'occasion des 50 ans de Takeshi Saito.

Du 17 au 21 octobre, IHÉS

Conférence à l'occasion du bicentenaire d'Évariste Galois, co-organisée par Y. André, A. Buim, P. Cartier, J.-P. Ramis, et H. Umemura.

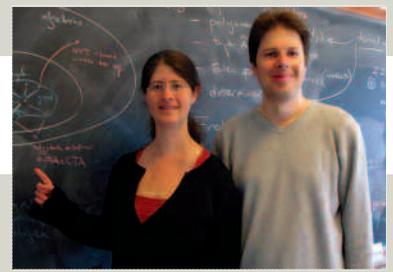
17 novembre, IHÉS

Journée en hommage au Professeur Chern Shiing-Shen.
Octobre, novembre 2011 - Janvier, février 2012, tous les jeudis, IHÉS

Cours d'Arithmétique et de Géométrie Algébrique, organisés par A. Abbes, C. Breuil et L. Lafforgue.

Juillet 2012 (dates à confirmer), IHÉS

École d'été franco-asiatique



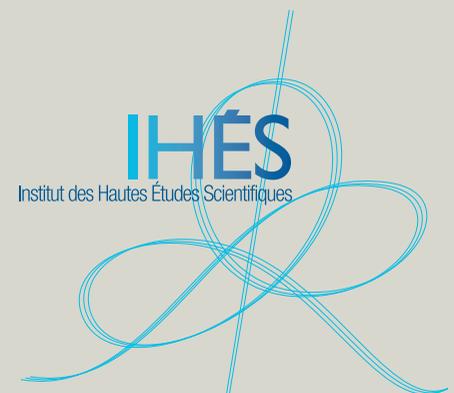
Bonn est également connu comme la ville de Beethoven et, il est vrai qu'il y a beaucoup d'événements musicaux tout au long de l'année, des concerts au Schloss en été, aux compétitions de piano et aux cours donnés en hiver. Le paysage rhénan est particulièrement agréable.

En 2010 nous sommes arrivés à l'IHÉS à Bures-sur-Yvette, une petite ville au sud de Paris. Cet endroit calme et tranquille a un environnement très propice pour se concentrer sur ses recherches et réfléchir aux problèmes mathématiques dans une atmosphère relaxante dans le parc arboré de Bois-Marie. Ici, on n'a pas vraiment à se soucier de la vie de tous les jours puisque le personnel de l'IHÉS s'occupe de bien des choses. Le logement est fourni dans la résidence bien équipée de l'Ormaille, et le déjeuner est servi à la cafétéria, permettant des interactions informelles entre les chercheurs.

Néanmoins, l'IHÉS est assez proche de Paris avec toutes les possibilités que cette métropole peut offrir. Professionnellement parlant, il y a beaucoup d'universités où des séminaires, des conférences et d'autres activités sont organisés régulièrement. Pour les loisirs, on peut profiter des joyaux culturels et historiques dont Paris est rempli.

Notre séjour en Europe contribue beaucoup à notre développement personnel. Nous pouvons facilement voyager afin de participer à des rencontres scientifiques et donner des conférences dans d'autres institutions. Cela facilite aussi les collaborations avec d'autres scientifiques, car le contact humain reste important même à l'ère numérique actuelle qui est la nôtre.

Nous nous souviendrons toujours de l'époque où nous étions boursiers IPDE. Cela nous a donné une expérience culturelle unique et cela a aussi été l'occasion de pratiquer de nouvelles langues étrangères.



Pour plus d'informations : www.ihes.fr