



www.cnrs.fr



COMMUNIQUE DE PRESSE | PARIS | 15 DECEMBRE 2017

Institut Henri Poincaré : présentation des trois thèmes de recherche 2018

Chaque année, trois programmes thématiques sont sélectionnés pour leur excellence scientifique, leur pertinence et leur caractère original et novateur par l'Institut Henri Poincaré (IHP-CNRS/UPMC). L'objectif : permettre aux chercheurs de développer, sur une période de trois mois, une réflexion approfondie autour d'un sujet de recherche dans le domaine des mathématiques ou de la physique théorique. Au programme de cette année : cosmologie, physique quantique et théorie des modèles.

Les thèmes abordés vont des mathématiques théoriques à la physique proche de l'expérimentation, en passant par les mathématiques appliquées susceptibles d'applications industrielles. Un trimestre thématique réunit en moyenne 120 participants (professeurs, chercheurs, étudiants, français et étrangers) et se compose de colloques, de cours et de séminaires. L'organisation des activités scientifiques de l'IHP¹ (trimestres, formation doctorale et *Research in Paris*), assurée par le Centre Emile Borel, confère à l'Institut une notoriété internationale comparable à celle des instituts étrangers les plus prestigieux.

1^{er} trimestre 2018 : théorie des modèles, combinatoire et corps valués

La théorie des modèles est une branche de la logique mathématique que l'on peut décrire comme une formalisation abstraite de l'algèbre et de la géométrie. Elle s'intéresse aux relations entre les structures mathématiques classiques (par exemple les groupes, les anneaux, les corps, les ordres) et les langages formels utilisés pour les décrire. Les chercheurs y étudient la collection des ensembles définissables, c'est à dire les ensembles que l'on peut définir à partir des opérations basiques de la structure (par exemple les ensembles définis grâce aux polynômes dans le cas des corps ou les intervalles dans le cas des ordres). Cette discipline a de nombreuses interactions avec d'autres domaines plus classiques des mathématiques, notamment l'algèbre, la géométrie et la théorie des nombres.

L'un des buts majeurs du trimestre est de développer les interactions entre la théorie des modèles et deux autres domaines des mathématiques :

- la théorie des valuations, qui permet de formaliser la notion d'ordre de grandeur et de « proximité ».
- la combinatoire, qui étudie les configurations de collections finies d'objets, les théorèmes de coloriage ou de mariages entre deux groupes finis d'objets.

¹ Pour ces trimestres, l'Institut Henri Poincaré met notamment à disposition un soutien financier pouvant atteindre 130 000 euros, 42 places de travail, 2 amphithéâtres et 5 salles de cours entièrement équipées.



www.cnrs.fr



Contacts :

Elisabeth Bouscaren, chercheuse CNRS au Laboratoire de mathématiques d'Orsay (CNRS/Université Paris-Sud)

T 01 69 15 60 04

elisabeth.bouscaren@math.u-psud.fr

Zoé Chatzidakis, chercheuse CNRS au Département de mathématiques et applications de l'ENS (CNRS/ENS Paris)

T 01 57 27 92 06

zoe@math.univ-paris-diderot.fr

Frank Olaf Wagner, professeur de l'université Claude Bernard Lyon 1 à l'Institut Camille Jordan (CNRS/Ecole centrale de Lyon/Insa Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Jean Monnet)

T 04 72 43 27 86

wagner@math.univ-lyon1.fr

2^e trimestre 2018 : mesure et contrôle des systèmes quantiques : théories et expériences

Les progrès constants des sources lasers, de la cryogénie, de l'électronique et des techniques de nano-fabrication ont permis le développement d'une nouvelle approche dans laquelle des objets quantiques élémentaires sont manipulés individuellement et combinés pour former des systèmes de plus en plus complexes.

Une activité expérimentale intense – motivée par la future réalisation d'ordinateurs, de lignes de communication et de simulateurs quantiques – a encouragé le développement d'une théorie quantique du contrôle. Bien qu'inspirée de son analogue classique, la théorie du contrôle quantique, qui vise à manipuler des atomes, des photons ou autres électrons afin de leur faire réaliser des tâches bien déterminées, ne peut être transposée directement du paradigme classique. Les spécificités de la mesure quantique obligent en effet les physiciens et les mathématiciens à reconsidérer les techniques et *scenarii* fondés sur la mesure.

Les expériences ne cessent d'inspirer des approches théoriques nouvelles, comme celles où un système quantique légèrement dissipatif² est contrôlé par un autre système quantique plus dissipatif (expériences inspirées des méthodes de "quantum reservoir engineering"). Ces expériences nécessitent des techniques mathématiques toujours plus performantes permettant, notamment, la modélisation précise et la simulation de systèmes et de réseaux quantiques. Le domaine du contrôle quantique bénéficie des points de vue complémentaires des mathématiciens et des physiciens : dans ce contexte pluridisciplinaire, ce trimestre thématique se propose de faire un bilan des avancées théoriques et expérimentales et de discuter des questions ouvertes et des défis posés par l'expérience. Leur but : stimuler davantage les interactions et les échanges entre théoriciens et expérimentateurs.

² C'est-à-dire un système qui a peu d'interaction et/ou d'échange avec son environnement.



www.cnrs.fr



1800 SORBONNE UNIVERSITÉS

En savoir plus sur : [le contrôle quantique](#)

Contacts :

Pierre Rouchon, professeur au Centre automatique et systèmes de Mines ParisTech
T 01 40 51 91 15

pierre.rouchon@mines-paristech.fr

Etienne Brion, chercheur CNRS au laboratoire Aimé Cotton (CNRS/Université Paris-Sud/ENS Paris-Saclay)

T 01 69 35 20 42

etienne.brion@u-psud.fr

Eleni Diamanti, chercheuse CNRS au Laboratoire d'informatique de Paris 6 (CNRS/UPMC)

T 01 45 81 71 14

eleni.diamanti@lip6.fr

Alexei Ourjoutsev, chercheur du CNRS au laboratoire Jeunes équipes de physique du Collège de France (CNRS/Collège de France)

T 01 44 27 14 74

alexei.ourjoutsev@college-de-france.fr

3^e trimestre 2018 : méthodes analytiques, inférentielles et numériques en cosmologie

Ces dernières années, les campagnes d'observations ont permis de récolter un grand nombre de données, comme avec le satellite européen Planck par exemple, afin de comprendre l'origine de l'Univers, son évolution et l'apparition de toutes ses structures. Aujourd'hui, la cosmologie fait face à un nouveau défi : comment réussir à traiter l'immense flux de données qui sera généré par les futures campagnes d'observations ? Et comment faire face à ces analyses de données de plus en plus complexes ?

Les méthodes mathématiques les plus puissantes seront nécessaires, qu'elles soient analytiques, pour guider les scientifiques dans le dédale des subtilités théoriques, qu'elles permettent des simulations numériques, grâce auxquelles il devient possible de calculer explicitement les prédictions quantitatives détaillées par la théorie, ou encore inférentielles, pour permettre de confronter les prédictions aux flux de données dont la taille ne cesse d'augmenter.

Ce trimestre de l'IHP sera donc spécifiquement dédié à la question de "comment" les chercheurs produisent les calculs cosmologiques. Le jeu de méthodes mathématiques utilisé en cosmologie est-il adéquat pour relever les défis à venir ? Dans quelle(s) direction(s) chercher de nouvelles idées pour faire face à la quantité de plus en plus importante de données à traiter et à des analyses de plus en plus complexes ?



www.cnrs.fr



Que ce soit sur les avancées dans les techniques analytiques, les méthodes numériques innovantes ou les nouvelles manières d'extraire statistiquement les informations cosmologiques des données, ce trimestre sera l'occasion de réunir les meilleurs experts mondiaux pour leur faire partager leurs compétences, provoquer l'émergence de nouvelles idées et collaborations, et former la prochaine génération de cosmologistes aux méthodes mathématiques du futur. Il s'agit aujourd'hui pour les chercheurs de donner une nouvelle impulsion à la cosmologie, afin de lui permettre de devenir une cosmologie de précision.

Contacts :

Benjamin Wandelt, professeur UPMC à l'Institut d'astrophysique de Paris (CNRS/UPMC).

T 01 44 32 81 43

bwandelt@iap.fr

Patrick Peter, chercheur CNRS à l'Institut d'astrophysique de Paris (CNRS/UPMC)

T 01 44 32 81 46

peter@iap.fr

Les trimestres 2019 en bref

1^{er} trimestre 2019 : les mathématiques de l'image

L'analyse d'images est un domaine à l'interface de nombreuses sciences : des mathématiques pures pour la modélisation et le « codage » d'une image aux mathématiques appliquées à des problèmes très concrets, comme la restauration d'image (par exemple pour l'imagerie médicale), la fusion de plusieurs images en une image de haute définition, la reconnaissance d'objets, etc. L'accès à de grandes bases de données d'images fait du problème du tri ou du classement des images suivant leur « ressemblance » un des enjeux majeurs du domaine. Ce trimestre se propose de faire le point sur les développements récents de l'analyse des images, du point de vue théorique et appliqué.

2^e trimestre 2019 : Ré-inventons les points rationnels !

Le comptage de solutions entières (ou rationnelles) des équations algébriques est un des plus anciens problèmes des mathématiques. Les méthodes traditionnelles de géométrie arithmétique se sont récemment enrichies d'outils plus proches de l'analyse, de la combinatoire additive, de la théorie des modèles ou de la théorie des invariants « classique », qui ont amenés à des développements spectaculaires. Ce trimestre sera consacré notamment à la question d'existence de solutions rationnelles (le 10^e problème de Hilbert, conjecture de Colliot-Thélène).

3^e trimestre 2019 : les mathématiques du climat et de l'environnement

Savoir prédire avec précision le climat et l'évolution de notre environnement est sans conteste un défi majeur de notre époque. La complexité des systèmes mis en jeu impose l'utilisation de nombreux



www.cnrs.fr



modèles, à des échelles différentes. L'avènement des méthodes numériques « big data » a révolutionné la climatologie, l'océanographie et l'hydrologie mais ces méthodes seules présentent des limites dont l'estimation précise est difficile à obtenir. Ce trimestre sera consacré au développement d'outils théoriques permettant d'estimer ces modèles et d'en construire de nouveaux.

Contact

Presse CNRS | Alexiane Agullo | T 01 44 96 43 90 | alexiane.agullo@cnrs-dir.fr