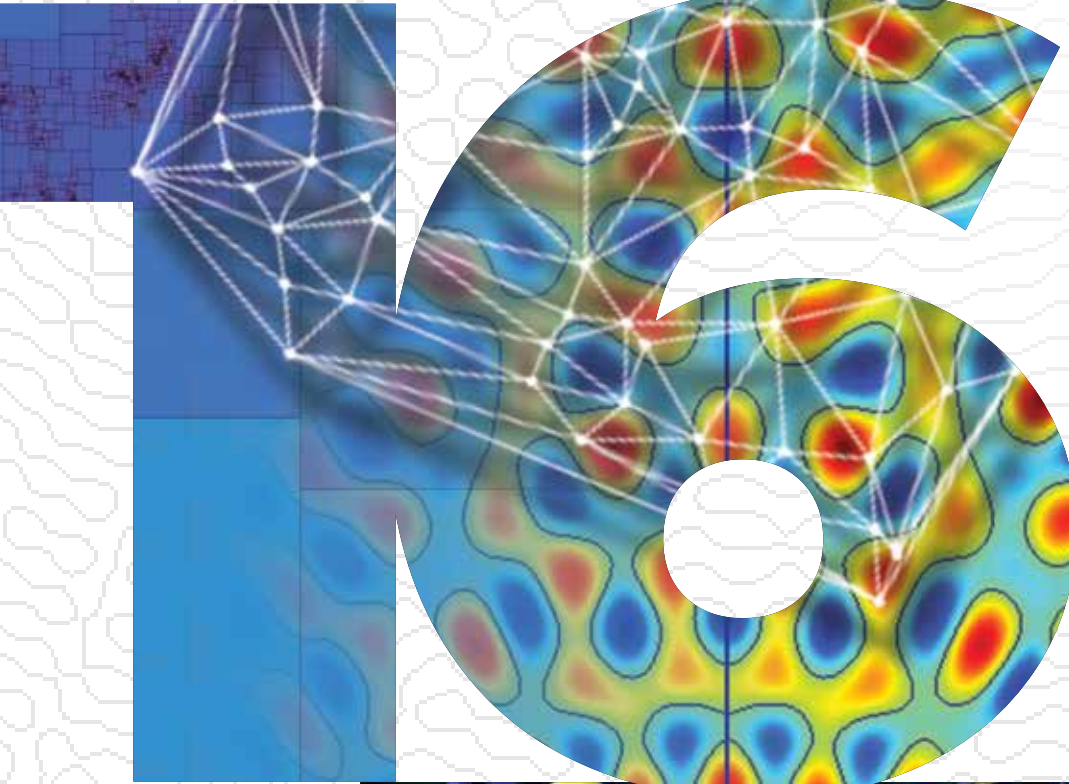
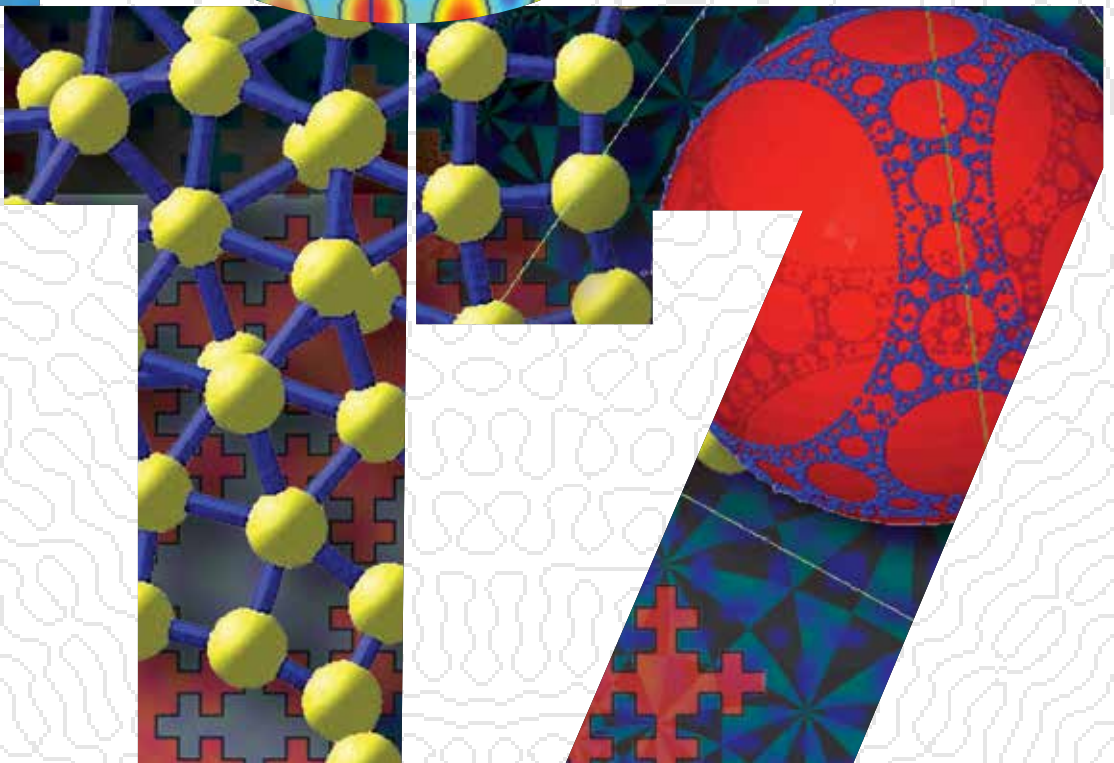




CENTRE
DE RECHERCHES
MATHÉMATIQUES



RAPPORT ANNUEL 2016-2017



SOMMAIRE

Présentation	1
Programmes thématiques	2
La Chaire Aisenstadt	18
Écoles d'été	22
Autres activités	26
Grandes Conférences	32
Les laboratoires	36
Les prix du CRM	50
La formation	54
Partenariats	58
Publications	60
Comités à la tête du CRM	61
Le CRM en chiffres	62

SOM MAI RE

PRÉSENTATION

PRÉSENTATION

En 2016-2017 le programme thématique du CRM couvrit un large spectre de domaines mathématiques. En effet, le premier semestre (du 22 août au 18 novembre 2016) portait sur les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale. Son comité organisateur comprenait seize chercheurs, dont sept professeurs de l'Université McGill; je les remercie tous d'avoir composé un très beau programme, incluant cinq ateliers (dont l'un en l'honneur de Barry Simon) et trois séries de conférences par des titulaires de la Chaire Aisenstadt (Nalini Anantharaman, Yuval Peres et Scott Sheffield). Le deuxième semestre thématique portait sur l'algèbre et les mots en combinatoire et fut organisé par Srečko Brlek et Franco Saliola, tous deux professeurs à l'UQAM, que je remercie également. Les titulaires de la Chaire Aisenstadt pour ce programme thématique étaient Boris Adamczewski (du CNRS et de l'Université de Lyon) et Vic Reiner (de l'Université du Minnesota). Une des caractéristiques de ce programme fut le jumelage de quatre ateliers et quatre écoles: chaque atelier était précédé d'une école permettant à ses participants de s'initier au sujet de l'atelier.

L'année 2016-2017 comporta aussi quatre écoles d'été (dont la deuxième École d'été en apprentissage profond) et un programme thématique court sur l'inférence statistique causale et ses applications à la génétique (organisé par Erica E. M. Moodie et David A. Stephens, entre autres chercheurs). L'année 2016-2017 fut aussi illustrée par l'attribution de quatre prix (le prix André-Aisenstadt à Jacob Tsimerman, le prix CRM-SSC à Lei Sun, le prix CRM-Fields-PIMS à Henri Darmon et le prix ACP-CRM de physique théorique et mathématique à Raymond Laflamme) et par deux Grandes conférences du CRM: une conférence sur les mathématiques de l'intelligence artificielle par Alain Tapp et une conférence sur Paul Lévy et les cygnes noirs par Gérard Ben Arous (président du Comité scientifique international du CRM).



Le comité de direction du CRM a consacré beaucoup d'efforts à la préparation du 50^e anniversaire du CRM, que nous fêterons en 2018-2019. J'aimerais particulièrement exprimer ma reconnaissance à Louigi Addario-Berry, directeur adjoint du CRM, dont le mandat inclut la programmation scientifique du CRM. Il a composé un magnifique programme avec plusieurs chercheurs du CRM et je suis certain que ce programme aura un grand impact sur la communauté mathématique internationale. Louigi Addario-Berry a aussi piloté une importante demande de subvention à la Simons Foundation. Le 27 mars 2017, dans le cadre d'un programme appelé *Targeted Grants to Institutes*, la Simons Foundation a attribué une subvention de 976 320 dollars américains au CRM pour une période de cinq ans. Cette subvention permettra de créer le programme « Chercheur Simons-CRM », qui attirera au CRM de nombreux chercheurs de réputation internationale. J'aimerais aussi remercier Galia Dafni, directrice adjointe du CRM et professeur à l'Université Concordia, du travail qu'elle a accompli pendant quatre ans en tant que responsable des publications et du Bulletin du CRM. Elle nous manquera beaucoup!

J'aimerais souligner que nous avons élargi le Conseil d'administration du CRM en y incluant des représentants éminents du secteur privé: Mme Hélène Desmarais (fondatrice, présidente du conseil et chef de la direction du Centre d'entreprises et d'innovation de Montréal) et M. Luis Seco (cofondateur et pdg de Sigma Analysis & Management). Nous sommes fiers qu'ils aient accepté notre invitation et les remerciements de l'aide qu'ils apportent au CRM. Finalement, toutes les réalisations mentionnées ci-dessus n'auraient pas eu lieu sans l'appui de nos partenaires, spécialement le FRQNT, le CRSNG, le CNRS et la National Science Foundation (NSF). Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Luc Vinet
Directeur du CRM
Janvier 2018



PROGRAMMES THÉMATIQUES

Les programmes thématiques permettent de rassembler au CRM des centaines de chercheurs du monde entier qui travaillent sur des thèmes précis à la fine pointe de la recherche mathématique. Ils participent à des ateliers, conférences, mini-cours ou écoles. Ces programmes sont habituellement d'une durée allant de quatre mois à un an. Ils peuvent aussi inclure des séjours prolongés de chercheurs visiteurs au CRM ainsi que des conférences données par les titulaires de la chaire Aisenstadt.

Pour les programmes de longue durée, les deux thèmes retenus en 2016-2017 furent les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale (août à décembre 2016) et l'algèbre et les mots en combinatoire (mars à juillet 2017). Un programme de courte durée portait sur l'inférence statistique causale et ses applications à la génétique (juillet à août 2016).

PROGRAMMES THÉMATIQUES

MÉTHODES PROBABILISTES EN GÉOMÉTRIE, TOPOLOGIE ET THÉORIE SPECTRALE

d'août à décembre 2016

Les méthodes probabilistes jouent un rôle de plus en plus important dans plusieurs domaines des mathématiques, de l'étude des groupes aléatoires et des complexes simpliciaux aléatoires en topologie à la théorie des opérateurs de Schrödinger aléatoires en physique mathématique. Le Centre de recherches mathématiques organisa un programme thématique intense sur les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale d'août à décembre 2016. Le programme comprit cinq ateliers intensifs d'une semaine chacun, incluant un atelier en l'honneur de Barry Simon; ce dernier fut précédé d'un Colloque pour «Jeunes chercheurs» qui eut lieu au Fields Institute. De plus, trois séries de conférences furent données respectivement par trois titulaires de la chaire Aisenstadt: Nalini Anantharaman, Yuval Peres et Scott Sheffield. Les ateliers furent précédés de conférences préparatoires pour les étudiants aux cycles supérieurs. De nombreux visiteurs à long terme et des boursiers postdoctoraux participèrent à ce programme, qui fut organisé par les laboratoires d'analyse et de probabilités du CRM.

Le programme thématique couvrit un vaste éventail de sujets, incluant l'analyse géométrique sur les métriques de variétés et les applications à la théorie spectrale et au chaos quantique; la géométrie des métriques aléatoires et les problèmes connexes en gravité quantique; les applications des techniques probabilistes en EDP; la localisation des états propres dans des domaines aléatoires; les résultats probabilistes en théorie des nombres; la géométrie des espaces de Teichmüller; les techniques de renormalisation en systèmes dynamiques; les problèmes aléatoires variationnels; les méthodes de systèmes dynamiques en EDP; les complexes simpliciaux aléatoires, la géométrie des espaces de triangulations, et leurs liens avec la théorie géométrique des groupes; l'apprentissage de variétés; les statistiques topologiques et les probabilités géométriques; la théorie des groupes aléatoires et de leurs propriétés; les méthodes probabilistes en théorie des 3-variétés; les problèmes de croissance aléatoire et les matrices aléatoires; les graphes de la fonction d'énergie aléatoire et leurs liens avec les EDP stochastiques et les modèles discrets intégrables (tels que TASEP); la condensation de Bose-Einstein; les matrices aléatoires et les opérateurs aléatoires de Schrödinger; les systèmes dynamiques et les opérateurs quasi-périodiques; la mécanique quantique à plusieurs corps; et les polynômes orthogonaux.

L'accent fut mis sur les liens entre les différents sujets et les échanges d'idées entre spécialistes de ces sujets, ce qui donna aux participants en début de carrière une excellente occasion de se former grâce aux interactions avec des experts dans plusieurs domaines différents.



ATELIER : MÉTHODES PROBABILISTES EN GÉOMÉTRIE SPECTRALE ET EDP du 22 au 26 août 2016, Université de Montréal

Organisateurs: Yaiza Canzani (Harvard), Linan Chen (McGill), Dmitry Jakobson (McGill), Armen Shirikyan (Cergy-Pontoise), Lior Silberman (UBC), John A. Toth (McGill)

L'atelier a réuni certains des chercheurs les plus en vue dans les domaines suivants: le chaos quantique, la théorie semi-classique, la théorie ergodique et les systèmes dynamiques, les équations différentielles partielles, les probabilités, la théorie des matrices aléatoires, la physique mathématique, la théorie conforme des champs et la théorie des graphes aléatoires. L'atelier a porté principalement sur l'utilisation des méthodes probabilistes dans différents domaines, tels que le chaos quantique (étude du spectre et des états propres des systèmes chaotiques à haute énergie), la géométrie des mesures aléatoires et des problèmes connexes en gravité quantique ainsi que des solutions aux équations différentielles partielles avec des conditions initiales aléatoires. L'atelier faisait partie d'une série d'ateliers reliés les uns aux autres, tenus au CRM ou ailleurs, en particulier un atelier sur la géométrie de dimension infinie (au MSRI, en décembre 2013), un atelier sur la géométrie des valeurs propres et des fonctions propres, et un atelier sur les variétés de métriques et les méthodes probabilistes en géométrie et analyse (ces deux derniers ateliers ayant eu lieu au CRM en 2012). Plusieurs des sujets abordés lors des ateliers concernaient la délocalisation (équidistribution) des fonctions propres à haute énergie, appelée «ergodicité quantique». Ce sujet constituait le thème principal des conférences que Nalini Anantharaman a données en tant que titulaire de la chaire Aisenstadt.

La première journée de l'atelier fut consacrée aux études sur les fonctions propres « aléatoires ». B. Hanin présenta la mise à l'échelle des fonctions propres de l'oscillateur harmonique et de leurs ensembles nodaux, dans les régions autorisées comme les régions interdites et autour de la caustique. I. Wigman parla du nombre d'intersections nodales de fonctions propres gaussiennes standards à deux dimensions sur un tore ayant une courbe de référence fixe. L'espérance du nombre d'intersections est universelle : Wigman décrivit la variance des courbes lisses génériques à la limite des hautes énergies. A. Taylor aborda le nouage des lignes de vortex dans les fonctions propres quantiques aléatoires. On sait que les fonctions à valeurs complexes aléatoires en trois dimensions ont des propriétés fractales aux grandes échelles, même si des quantités topologiques plus subtiles telles que la probabilité des vortex à nœuds ou liés dépendent des détails du modèle. Taylor donna aussi des résultats numériques pour les probabilités de nœuds dans trois systèmes aléatoires (cube en trois dimensions, 3-sphère et oscillateur harmonique en trois dimensions). Une des conclusions de cette présentation était que les nœuds avaient une forte probabilité de se former, même si les énergies étaient relativement basses. D. Gayet parla de la percolation des lignes nodales aléatoires. La journée se termina par la première conférence de N. Anantharaman.

Pendant la deuxième journée, H. Hezari parla des applications de l'ergodicité quantique à petite échelle à l'étude de quantités diverses associées aux fonctions propres, telles que la norme L_p , la taille des ensembles nodaux, l'ordre d'extinction, les estimations de croissance et le rayon intérieur des domaines nodaux. Dans la conférence suivante, V. Cammarota présenta les résultats de travaux sur les points critiques des harmoniques sphériques aléatoires et décrivit leur distribution à la limite et les fluctuations asymptotiques. Ses résultats nécessitent une analyse détaillée de la validité de la formule de Kac-Rice dans des circonstances non standards. Elle présenta aussi des résultats récents sur la distribution spatiale des points critiques des ondes planaires aléatoires. M. Rossi parla des ensembles nodaux des fonctions propres aléatoires à haute énergie sur les 2-tores arithmétiques. En particulier la distribution de la longueur nodale converge vers une distribution limite non universelle et non gaussienne, dépendant de la distribution angulaire des points de treillis sur le cercle correspondant. Rossi présenta aussi ses résultats sur les intersections de lignes nodales.

G. Rivière parla de la délocalisation des solutions des équations de Schrödinger sur les variétés de Zoll, à la fois pour les solutions stationnaires et les non stationnaires. Il donna des critères pour la métrique de Zoll et le potentiel garantissant que ces solutions ne peuvent pas être concentrées sur une géodésique fermée donnée. J. Galkowski parla de sa construction de perturbations de Laplaciens de Dirichlet arbitrairement petites (dans la topologie des normes d'opérateurs) et ayant la propriété d'« unique ergodicité quantique ». La preuve de ce résultat repose surtout sur des arguments probabilistes. La journée se termina par la deuxième conférence de N. Anantharaman.

La troisième journée commença par une présentation d'A. Komech sur les bases de la physique statistique de l'équilibre et la convergence (en temps long) vers les mesures d'équilibre pour les EDP hamiltoniennes. Après avoir présenté l'histoire du problème (remontant aux travaux de Boltzmann et Zermelo) et des travaux précédents sur les mesures invariantes par translation, Komech se concentra sur ses travaux conjoints avec Dydnikova, Spohn, Kopylova et Suhov sur les mesures initiales non invariantes sous translation. Comme exemples, on peut mentionner les équations d'onde, les équations de Klein-Gordon, les cristaux harmoniques, et d'autres problèmes. Les méthodes utilisées dans ces travaux incluent la représentation intégrale oscillatoire pour les solutions d'équations à coefficients constants; la convergence des fonctions de corrélation et celle des fonctionnelles caractéristiques; la méthode « chambre-corridor » de Bernstein et le théorème central limite d'Ibragimov-Linnik; et la théorie de la diffusion.



I. Goldsheid présenta les propriétés des exposants de Lyapunov du produit de matrices aléatoires indépendantes de distributions non identiques. Il aborda aussi un sujet relié: les problèmes de localisation d'opérateurs de Schrödinger aléatoires sur une bande. F. Klopp parla de l'interaction d'électrons dans un environnement aléatoire. Il considéra l'opérateur de Schrödinger en d dimensions avec un potentiel aléatoire de Poisson répulsif et n électrons en interaction situés dans cet environnement aléatoire et restreints à un cube dont chaque côté est de longueur L . Il a aussi étudié la limite de l'état fondamental et de l'énergie de l'état fondamental (par particule) de ce système quantique lorsque n et L tendent vers l'infini de telle manière que $n/(LD)$ converge vers une densité positive fixe. Il décrit quelques résultats préliminaires.

L'après-midi, Z. Rudnick présenta les travaux qu'il a réalisés conjointement avec Blomer, Bourgain et Radziwiłł sur l'écart minimal dans le spectre du laplacien du billard rectangulaire dont le carré du rapport d'aspect est irrationnel, par comparaison avec la quantité correspondante pour une suite de Poisson. Il parla de résultats présentant une cohérence avec les statistiques de Poisson et de relations avec les propriétés de la suite de Fibonacci. Il présenta aussi des résultats reliés aux précédents et concernant un ensemble de rapports d'aspect de mesure pleine et des déviations par rapport aux statistiques de Poisson strictes. S. Nonnenmacher parla de ses travaux réalisés conjointement avec M. Vogel sur les perturbations aléatoires d'opérateurs non auto-adjoints, généralisant l'analyse spectrale des opérateurs semiclassiques non auto-adjoints soumis à une petite perturbation aléatoire. Nonnenmacher étudie les corrélations entre les valeurs propres à des distances microscopiques. Pour des opérateurs à une dimension, ces corrélations montrent encore une forme d'universalité, où l'objet central est la fonction analytique gaussienne, introduite par Hannay dans le contexte du chaos quantique et conçue à l'origine pour décrire les fonctions propres chaotiques. La journée se termina par la dernière conférence de N. Anantharaman.

Les deux premières conférences de la quatrième journée furent consacrées à des résultats rigoureux obtenus en théorie conforme des champs de Liouville sur les surfaces de Riemann. R. Rhodes présenta la première construction rigoureuse (probabiliste) des CFT de Liouville sur les surfaces de Riemann. Cette construction produit des CFT non triviales. Rhodes obtint quelques-unes de leurs propriétés fondamentales, telles que la covariance conforme sous l'action des PSL, les lois de mise à l'échelle KPZ, la formule KPZ et la formule de l'anomalie de Weyl (Polyakov-Ray-Singer). Les constructions (obtenues en collaboration avec David, Kupainen, Lacoïn et Vargas) sont basées sur l'intégrale de chemin de Polyakov (1981) et du côté mathématique sur la théorie du chaos multiplicatif gaussien de Kahane (1985). Pendant la deuxième conférence sur la CFT de Liouville, V. Vargas prouva rigoureusement les identités de Ward et de Belavin-Polyakov-Zamolodchikov pour les CFT de Liouville sur la sphère de Riemann. Ces identités forment la base des calculs des corrélations et de la preuve de la correspondance entre le formalisme des chemins de Feynman pour les CFT de Liouville et le formalisme algébrique basé sur l'algèbre de Virasoro.

S. Klevtsov présenta la géométrie et les limites pour N grand des états de Laughlin, expliquant l'effet de Hall quantique fractionnaire. La prise en compte des états de Laughlin sur les surfaces de Riemann permet de déterminer de nouveaux coefficients quantifiés dans un QHE («Quantum Hall Effect»), cachés pour la géométrie plane. La solution de ce problème requiert des méthodes provenant de la géométrie de Kähler, des théorèmes d'indice local, de l'analyse géométrique sur les surfaces singulières de Riemann et de la théorie conforme des champs en deux dimensions. E. Schippers parla de la théorie de Teichmüller quasiconforme comme fondation analytique de la théorie conforme des champs (CFT). La catégorie géométrique sous-jacente à la CFT en deux dimensions est l'espace de modules des surfaces de Riemann avec frontières paramétrées, muni de l'opération de recollement. Schippers et D. Radnell ont démontré que cet espace de modules est identique (à une action de groupe discret près) à l'espace de Teichmüller quasiconforme. Ce résultat mena à d'autres résultats (obtenus avec D. Radnell et W. Staubach), qui fournissent une base analytique pour la CFT à deux dimensions.

R. Chang parla de résultats d'ergodicité quantique (une généralisation des résultats de VanderKam, Zelditch et autres chercheurs) pour les harmoniques sphériques aléatoires induites. Chang travaille avec une notion plus générale de phénomène aléatoire en remplaçant les mesures de Haar par des mesures induites par une généralisation des matrices de Wigner. En utilisant le théorème de Bourgade-Yau sur la normalité asymptotique des vecteurs propres de Wigner généralisés, il est en mesure de démontrer que cette construction induite de Wigner produit presque sûrement des harmoniques sphériques aléatoires qui sont ergodiques au sens quantique. Pendant la dernière conférence du jeudi, E. Kopylova parla de la stabilité asymptotique des nœuds mobiles («moving kinks») pour l'équation relativiste de Ginzburg-Landau: en partant de l'environnement immédiat d'un nœud, la solution (asymptotiquement dans le temps) est la somme d'un nœud se déplaçant uniformément et d'une partie dispersive décrite par l'équation de Klein-Gordon libre.



La dernière journée de l'atelier commença par la conférence de E. Le Masson, portant sur ses travaux en collaboration avec T. Sahisten sur l'ergodicité quantique et la convergence des surfaces hyperboliques de Benjamini-Schramm (mentionnée dans les conférences de N. Anantharaman). Il présenta un autre théorème d'équidistribution pour les fonctions propres, où les valeurs propres demeurent bornées et on considère à la place une suite de surfaces hyperboliques compactes convergeant vers le plan au sens de Benjamini et Schramm. La preuve donnée diffère, de plusieurs façons, de la preuve habituelle de l'ergodicité quantique, en particulier parce qu'elle n'utilise aucune analyse microlocale. L'atelier se termina par la conférence de P. Bourgade, dans laquelle il présenta plusieurs résultats récents sur les spectres et les vecteurs propres des matrices de Wigner, obtenus dans une série d'articles publiés conjointement avec Erdős, H.-T. Yau et Yin. Il présenta aussi les résultats d'Erdős-Schlein-Yau et de Tao-Vu. Les techniques utilisées incluent l'étude du mouvement brownien de Dyson, la dynamique des vecteurs propres qui lui y est associée, et l'étude d'un problème connexe décrivant une marche aléatoire dans un environnement aléatoire. Bourgade traita finalement de questions reliées concernant les matrices bandes aléatoires et des conjectures de Fyodorov et Mirlin.

Dans l'ensemble, l'atelier connut un grand succès. Plusieurs conférences furent présentées par de jeunes chercheurs venant d'obtenir leur doctorat ou même par des étudiants aux cycles supérieurs. Un cours d'une session portant sur le thème de l'atelier fut donné par deux des organisateurs (L. Chen et D. Jakobson) pendant l'automne 2016.

**AUX FRONTIÈRES DE LA PHYSIQUE MATHÉMATIQUE
UN HOMMAGE À L'OCCASION
DU 70^e ANNIVERSAIRE DE BARRY SIMON
du 28 août au 1^{er} septembre 2016,
Université de Montréal**

*parrainé par les institutions suivantes:
CRM, Fields Institute, AIHPD, Caltech, IAMP, AIP,
AMS, NSF, Springer et Cambridge University Press*

Organisateurs: Jonathan Breuer (Univ. hébraïque), Walter Craig (McMaster), Percy Deift (Courant Institute, NYU), George A. Hagedorn (Virginia Tech), Svetlana Jitomirskaya (UC, Irvine), Andrei Martinez-Finkelshtein (Almería)

Deux événements consécutifs ont eu lieu à Toronto et Montréal en août 2016 afin de célébrer le 70^e anniversaire de naissance de Barry Simon. M. Simon est l'un des pères fondateurs de la physique mathématique moderne. Il s'est intéressé à de nombreux sujets dans son domaine et les résultats de ses recherches, ses livres et son aptitude au mentorat lui ont permis d'exercer une très grande influence dans plusieurs

**IELDS INSTITUTE
ONG RESEARCHERS SYMPOSIUM**
*Methods of Modern Mathematical
Physics*
August 22-26, 2016
Toronto, Canada

MODERATORS
Robert Seiringer, IST Austria
Bose-Einstein condensation
Rupert L. Frank, Caltech
Many-body quantum mechanics
Laszlo Erdős, IST Austria
Disordered matrices and random Schrödinger operators

domaines des mathématiques. Au fil des ans, il a contribué significativement au développement de la théorie quantique des champs, de la mécanique statistique, des opérateurs de Schrödinger, de la théorie des polynômes orthogonaux, pour ne nommer que ceux-ci.

Dans un premier temps, afin de souligner son remarquable dévouement à la formation de jeunes physiciens mathématiciens, un symposium a été organisé au Fields Institute de Toronto du 22 au 26 août 2016. Ce symposium, intitulé *Methods of Modern Mathematical Physics*, traitait de plusieurs domaines de la physique mathématique. Cent vingt participants ont assisté à l'évènement. La plupart étaient des étudiants, des chercheurs postdoctoraux ainsi que de jeunes professeurs provenant des quatre coins du monde.

Plusieurs sujets ont fait l'objet de présentations durant les cinq jours du symposium. Les conférences d'ouverture, qui servaient d'entrée en matière, ont été présentées par des chefs de file du domaine. Ces derniers ont aussi été sollicités à titre d'animateurs d'échanges et de personnes ressources. Les sujets et les animateurs ont été choisis en fonction de certains des champs d'intérêt de Barry Simon, à savoir: la condensation de Bose-Einstein (Seiringer, IST Austria), la mécanique quantique à plusieurs corps (Frank, Caltech), les matrices et opérateurs aléatoires de Schrödinger (Erdős, IST Austria), les polynômes orthogonaux (Christiansen, Lund), la théorie spectrale des opérateurs quasi périodiques (Jitomirskaya, UC Irvine).

Les participants ont aussi assisté à deux conférences d'une heure sur les méthodes mathématiques en mécanique quantique à plusieurs corps (Lewin, CNRS et CEREMADE), ainsi qu'à trois « courtes introductions » aux matrices aléatoires (Erdős, IST Austria), aux polynômes orthogonaux (Christiansen, Lund) et à la dynamique quasi périodique (Jitomirskaya, UC Irvine). Ces conférences d'ouverture ont été particulièrement utiles aux non spécialistes présents. Elles leur ont permis de suivre plus facilement les quelques quarante présentations de jeunes chercheurs ainsi qu'un échange sur des problèmes ouverts.





CRM CONFERENCE
Frontiers in Mathematical Physics
August 28 – September 1, 2016
Montréal, Canada

INVITED SPEAKERS

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Michael Aizenman, Princeton | Svetlana Jitomirskaya, Irvine |
| Artur Avila, IMPA & Paris VI * | Abel Klein, Irvine |
| Joseph Avron, Technion | Elliott Lieb, Princeton * |
| Michael Berry, Bristol | Doron Lubinsky, Georgia Tech |
| Alexei Borodin, MIT | Edward B. Saff, Vanderbilt |
| Percy Deift, Courant Institute | Peter Sarnak, IAS * |
| Laszlo Erdős, IST Austria | Robert Seiringer, IST Austria |
| Rupert L. Frank, Caltech | Israel Michael Sigal, Toronto |
| Jürg Fröhlich, ETH | Thomas Spencer, IAS |
| Fritz Gesztesy, Missouri | Herbert Spohn, Munich |
| Martin Hairer, Warwick | Hong-Tzer Yau, Harvard * |

Plusieurs participants à la conférence de Toronto se sont déplacés pour assister la semaine suivante au deuxième événement. La conférence *Aux frontières de la physique mathématique* était organisée au CRM. L'objectif de cet événement était de réunir les chefs de file de la recherche en physique mathématique dans le but de présenter les plus récentes avancées et les nouvelles orientations de recherche de ce domaine d'étude. Cent soixante participants étaient inscrits à cet événement. Certains des animateurs d'échanges du symposium de Toronto ont présenté des conférences, ainsi que d'autres chercheurs issus de plusieurs domaines d'étude, pour un total de dix-neuf conférenciers invités. Plusieurs des conférenciers ont profité de leur présentation et du banquet de l'événement pour raconter quelques anecdotes concernant M. Simon.

Les conférences présentées ont porté sur des sujets couvrant un large spectre (sans jeu de mot) des champs d'intérêt de M. Simon. Certaines d'entre elles ont traité de la physique mathématique (Fröhlich, Sigal, Klein, Frank, Lieb, Seiringer), des matrices aléatoires et des processus stochastiques (Yau, Erdős, Hairer, Borodin, Spohn, Deift et Spencer), de la théorie spectrale (Gesztesy, Jitomirskaya) et des polynômes orthogonaux (Lubinsky, Martínez-Finkelshtein).

Malgré un horaire très dense, aucune session parallèle n'était planifiée, ce qui permit aux participants d'assister librement aux conférences de leur choix. Barry Simon assista à *toutes les conférences* présentées pendant les deux événements. Il y a participé activement par ses commentaires et ses questions.

ATELIER
PROBLÈMES DE CROISSANCE ALÉATOIRE
ET MATRICES ALÉATOIRES
du 2 au 5 septembre 2016, CRM

Organisateurs: Louigi Addario-Berry (McGill),
Iliia Binder (Toronto), Bálint Virág (Toronto)

Cet atelier suivit la conférence organisée en l'honneur du 70^e anniversaire de naissance de Barry Simon. Les faits marquants de la première journée de l'événement furent les conférences publiques de deux titulaires de la Chaire Aisenstadt, Scott Sheffield et Yuval Peres.

Scott Sheffield donna un aperçu de sa percée récente sur les structures planaires aléatoires et leurs limites d'échelle. Au cours des cinq dernières années, conjointement avec ses collaborateurs et ses étudiants, il a élaboré une théorie très efficace des structures aléatoires, découvrant des liens et prouvant des relations entre une vaste gamme d'objets probabilistes fondamentaux tels que l'évolution de Schramm-Loewner, la gravité quantique de Liouville, le champ libre gaussien et la carte brownienne. Il donna aussi une introduction au problème de Yang-Mills et à sa relation avec la théorie des matrices aléatoires et les cartes aléatoires.

La conférence de Yuval Peres a porté sur différents modèles de croissance planaire, incluant le modèle des piles de sable abélien, les marches rotatives et l'agrégation limitée par diffusion interne. La ressemblance entre le modèle des piles de sable abélien (Bak-Tang-Wiesenfeld, 1987, et Dhar, 1990) et de vraies piles de sable n'est que théorique, mais le modèle démontre des liens intéressants avec une grande variété de sujets mathématiques, incluant la combinatoire, les EDP à frontière libre et la géométrie algébrique tropicale. Peres a donné des explications sur les formes limites, les propriétés d'invariance conforme et les fluctuations de frontière pour ces modèles.

Plusieurs conférenciers (Sosoe, Damron, Hoffman) parlèrent de la percolation de premier passage (PPP) et de ses variantes. L'un des obstacles dans ce domaine est la difficulté de décrire les formes limites pour une PPP en fonction des poids des arêtes. Le défi apparaît bien dans un théorème de Haggstrom et Meester: pour tout ensemble convexe symétrique B dans R^2 , il existe une mesure de poids ergodique sur les arêtes du treillis Z^2 telle que la percolation de premier passage avec ces poids a B comme forme limite. Ainsi, pour limiter les formes possibles (dénotées B) dans une percolation de type IID, il faut exploiter l'indépendance, ce que nous ne savons pas encore faire.

En réalité, la situation est pire qu'elle ne paraît. Benjamini, Kalai et Schramm ont posé le problème ouvert suivant: supposons que l'on affecte aux arêtes de Z^2 des poids positifs continus indépendants et de distribution identique, et que P est le chemin le plus court allant du point $(-n, -n)$ au point (n, n) . La probabilité que 0 appartienne à P tend-elle vers 0 lorsque n tend vers l'infini? Nous croyons que cette probabilité décroît de façon polynomiale en n , mais la preuve de l'énoncé faible s'est fait attendre. Dans son travail tout récent (représentant une percée significative), Hoffman a démontré que cette probabilité tend vers zéro.



L'autre grand thème de l'atelier était l'étude des matrices aléatoires, sur laquelle portaient les présentations de Rider, Lytova et Bourgade. Une conjecture célèbre de la combinatoire probabiliste est que si $M(n,d)$ est la matrice d'adjacence d'un graphe aléatoire régulier de degré d échantillonné selon le modèle de configuration, la probabilité que le rang de $M(n,d)$ soit inférieur à n tend vers 0 lorsque n tend vers l'infini. Lytova présenta sa preuve récente que cette conjecture est vérifiée pour une classe de graphes réguliers orientés, pourvu que $d = d(n)$ tende vers l'infini. Bourgade donna un argument intuitif (de nature probabiliste) pour expliquer la transition de phase entre la localisation et la délocalisation dans les matrices bandes aléatoires. Il expliqua l'approche de l'universalité due à Erdős-Schlein-Yau pour les ensembles de matrices aléatoires (cette approche utilise le flux d'Ornstein-Uhlenbeck). Il conclut sa conférence par un bref survol du lien avec la phase de délocalisation du modèle d'Anderson, et en particulier la conjecture de Fyodorov-Mirlin. Rider parla de son résultat d'universalité pour le « bord difficile » de la matrice et il expliqua très clairement comment les preuves de tels résultats reviennent (intuitivement parlant) à prouver un théorème central limite classique.

Voici quelques autres sujets abordés par les conférenciers: modèles de croissance discrets avec invariance conforme, limites d'échelle pour les arbres aléatoires, interfaces de compétition dans les marches aléatoires avec branchement et absorption, les grandes déviations pour des projections aléatoires, et les principes variationnels pour les verres de spin en champ moyen. La dernière journée, Chatterjee donna une conférence remarquable pendant laquelle il décrivit sa dérivation rigoureuse de l'expansion en $(1/n)$ pour les théories de jauge sur réseau de groupe $SO(n)$. Nous prévoyons que cette voie de recherche, qui nécessite le développement de méthodes rigoureuses pour évaluer des moyennes sur les trajectoires des cordes aléatoires, sera bientôt reconnue comme l'un des développements les plus impressionnants en physique mathématique.

La satisfaction des participants par rapport à la conférence était palpable et générale, ce qui permit au CRM et à la ville de Montréal de maintenir leur réputation de pôle dynamique dans plusieurs secteurs de recherche en probabilités et ses applications au domaine des sciences physiques.

ATELIER MÉTHODES PROBABILISTES DANS LES SYSTÈMES DYNAMIQUES ET APPLICATIONS

du 4 au 7 octobre 2016, CRM

Organisateurs: *Dmitry Dolgopyat (Maryland), Dmitry Jakobson (McGill), Konstantin Khanin (Toronto)*

Cet atelier porta sur plusieurs sujets tels que les résultats probabilistes en théorie des nombres, les méthodes de renormalisation dans les systèmes dynamiques, les problèmes variationnels aléatoires et les méthodes de systèmes dynamiques en EDP. Lors de la première conférence, le 4 octobre, Y. Bakhtin présenta les résultats de ses travaux (réalisés conjointement avec E. Cator, K. Khanin et L. Li) sur la théorie ergodique de l'équation de Burgers à force aléatoire. Il a aussi parlé de la théorie ergodique de l'équation de Burgers à force aléatoire dans un contexte non compact. Les objets de base utilisés sont les minimiseurs infinis unilatéraux d'actions aléatoires (pour les cas de viscosité nulle) ainsi que les mesures de polymères sur des trajectoires unilatérales infinies (dans les cas où la viscosité est strictement positive). La présentation suivante a été donnée par A. Boritchev, qui parla de convergence exponentielle et d'hyperbolicité des minimiseurs pour les systèmes lagrangiens aléatoires. Dans un travail réalisé conjointement avec K. Khanin, il a étudié l'équation stochastique de Burgers du point de vue lagrangien (comportement à long terme des minimiseurs) et du point de vue du comportement statistique des solutions (convergence à long terme vers la mesure stationnaire). Dans les deux cas on observe un phénomène de convergence exponentielle.

La première conférence du 5 octobre fut celle de Jayadev Athreya sur les distributions d'Erdős-Szűsz-Turán et Kesten pour les processus ponctuels équivariants. Lors d'un travail réalisé conjointement avec A. Ghosh, il a démontré comment les problèmes de théorie des nombres posés par Erdős-Szűsz-Turán et Kesten, concernant la probabilité d'améliorer le théorème de Dirichlet, pouvaient être résolus et généralisés au moyen de notions tirées des systèmes dynamiques. La conférence suivante fut donnée par J. Chaika et porta sur le « caractère disjoint » pour les transformations induites par des échanges de 3 intervalles (3-IET). Dans un de ses travaux conjoints avec Alex Eskin, il a démontré que les puissances positives distinctes d'une 3-IET typique ne sont pas isomorphes et qu'en réalité elles satisfont une propriété plus forte (c'est-à-dire qu'elles sont disjointes). Il a aussi démontré que la plupart des puissances positives de n'importe quelle 3-IET sont disjointes, pourvu qu'elle satisfasse une hypothèse diophantienne assez faible. Cela signifie qu'une telle 3-IET est disjointe de la fonction mu de Möbius et confirme donc une conjecture de Sarnak pour ces systèmes. La troisième conférence de la journée fut donnée par M. Avdeeva et portait sur un théorème central limite pour un système dynamique « sans B » (cette expression se rapporte aux entiers dont aucun facteur n'appartient à l'ensemble B). Elle a présenté un nouveau théorème central limite pour un tel système sous certaines conditions arithmétiques supplémentaires sur B .

La première présentation de l'après-midi fut celle d'A. Dembo qui parla du modèle Atlas à l'équilibre et hors équilibre. Dans des travaux réalisés conjointement avec L.-C. Tsai, M. Cabezas, A. Sarantsev et V. Sidoravicius, il a démontré que pour la densité d'équilibre ($L=2$), les fluctuations gaussiennes

asymptotiques des particules de l'espace-temps sont régies par l'équation de la chaleur stochastique avec des conditions aux limites de Neumann de zéro. Comme conséquence, ces chercheurs ont réussi à résoudre la conjecture de Pal et Pitman (2008) sur la trajectoire fBM (aléatoire) asymptotique de la particule Atlas. Dans un travail complémentaire, Dembo a dérivé et résolu explicitement les équations de Stefan à frontière libre pour le profil de particule limite lorsqu'on part d'une densité hors équilibre (L différent de 2); du même coup il a déterminé la trajectoire asymptotique (non aléatoire) correspondante de la particule Atlas. Le dernier conférencier du 5 octobre fut M. Lyubich, qui donna une conférence sur les attracteurs «sauvages», les ensembles de Julia d'aire positive et les marches aléatoires RG. Un attracteur «sauvage» est un sous-ensemble propre invariant compact qui attire presque toutes les orbites d'un système dynamique topologiquement transitif. Même s'ils sont rares, les attracteurs «sauvages» peuvent surgir dans des systèmes dynamiques réels ou complexes. Lyubich présenta un survol de problèmes concernant les attracteurs «sauvages».

Le premier conférencier du 6 octobre, A. Brown, parla de la conjecture de Zimmer pour les réseaux cocompacts. Selon la conjecture de Zimmer, pour $n > 2$, toute action juste par difféomorphisme d'un réseau dans $SL(n, \mathbb{R})$ sur une variété compacte M peut être factorisée grâce à l'action d'un groupe fini si la dimension de M est au plus égale à $n-2$. De plus, toute action conservant le volume devrait pouvoir être factorisée grâce à l'action d'un groupe fini si la dimension de M est au plus égale à $n-1$. Dans un travail conjoint réalisé avec D. Fisher et S. Hurtado, Brown a démontré que la conjecture de Zimmer était valide pour les actions de réseaux cocompacts. Il a récupéré la conjecture complète pour les réseaux cocompacts dans des groupes symplectiques et orthogonaux scindés («split orthogonal»). La conférence suivante fut donnée par A. Gogolev, qui parla de ses travaux avec F. Rodriguez Hertz sur les expansions de difféomorphismes partiellement hyperboliques. Il a expliqué comment la construction des expansions peut être utilisée pour produire de nouveaux exemples de systèmes dynamiques partiellement hyperboliques (en faisant «exploser» des exemples déjà connus). Pendant la dernière conférence de la matinée, F. Rodriguez Hertz parla de ses travaux avec A. Kanigowski et K. Vinhage sur des exemples de transformations du 4-tore (avec préservation de volume) possédant la propriété K (de Kolmogorov) sans être Bernoulli.

V. Jakšić donna la première conférence de l'après-midi, soit la première de deux conférences sur les relations de fluctuation entropique et les grandes déviations; la seconde conférence sur ce sujet a été présentée le vendredi par Armen Shirikyan. Jakšić a décrit la théorie structurelle des relations de fluctuation entropique (Gallavotti-Cohen, Evans-Searles), en mettant l'accent sur le rôle de la théorie des grandes déviations. La conférence portait sur des travaux conjoints avec

V. Nersesyan, C.-A. Pillet, A. Shirikyan et M. Porta et fut prononcée devant un auditoire composé de nombreux étudiants en physique mathématique. La dernière conférence de la journée fut donnée par Y. Kifer, qui parla d'une loi d'Erdős-Rényi fonctionnelle des grands nombres pour des sommes non conventionnelles.

La première conférence du 7 octobre fut donnée par L. Korolov, qui parla des distributions métastables de chaînes de Markov avec transitions rares et de problèmes connexes produisant des équations différentielles avec des conditions aux limites non standards. Dans des travaux réalisés conjointement avec M. Freidlin et A. Wentzell, il a étudié des chaînes de Markov avec des taux de transition dépendant d'un paramètre. Le comportement asymptotique des chaînes de Markov a été déterminé pour des échelles de temps diverses reliées à la valeur du paramètre. Ce résultat peut être considéré comme une généralisation du théorème ergodique aux chaînes de Markov dépendant d'un paramètre. Il peut être appliqué dans l'étude des systèmes dynamiques perturbés de manière aléatoire (c'est-à-dire des processus de diffusion avec un petit coefficient de diffusion). Dans ce cas, chaque équilibre asymptotique stable du système dynamique peut être associé à un état d'une chaîne de Markov. Korolov décrit le comportement asymptotique d'un processus de diffusion comportant des régions de piégeage multiples (avec le champ vectoriel égal à zéro à l'extérieur de ces régions) en termes d'une EDP avec des conditions aux limites non standards.

La conférence de Korolov fut suivie de celle d'A. Shirikyan, qui donna la deuxième partie d'une série commencée par Jakšić. Shirikyan parla de certains modèles concrets auxquels l'analyse esquissée par Jakšić peut être appliquée. Il mit l'accent sur le problème des grandes déviations pour des EDP contraintes de manière aléatoire. Il parla aussi de la symétrie de Gallavotti-Cohen et de la positivité de la production de l'entropie moyenne. J. De Simoi prononça la dernière conférence de l'atelier. Il parla de la dégradation des corrélations dans des systèmes partiellement hyperboliques lents-rapides. Dans un travail réalisé conjointement avec C. Liverani, il a démontré l'existence d'une classe ouverte de difféomorphismes locaux lisses partiellement hyperboliques pour le 2-tore, admettant une mesure SRB unique qui vérifie la dégradation exponentielle des corrélations. Il a aussi obtenu des estimations réalistes pour le taux de dégradation des corrélations.

L'atelier permit de réunir certains des chercheurs les plus en vue des domaines suivants: probabilités, systèmes dynamiques, théorie ergodique, physique mathématique, équations aux dérivées partielles et théorie des nombres. Chaque conférence suscita de nombreuses questions et plusieurs des conférences furent données par de jeunes chercheurs. Nous pouvons dire que l'atelier connut un succès retentissant.



ATELIER :
MÉTHODES PROBABILISTES
EN TOPOLOGIE
du 14 au 18 novembre 2016

Organisateurs: *Dmitry Jakobson (McGill), Matthew Kahle (Ohio State), Alexander Nabutovsky (Toronto), Mikael Pichot (McGill), Piotr Przytycki (McGill), Igor Rivin (St Andrews), Lior Silberman (UBC), Daniel T. Wise (McGill)*

Cet atelier réunit des chercheurs travaillant (entre autres sujets) sur les complexes simpliciaux aléatoires et la géométrie des espaces de triangulations (incluant des liens avec l'apprentissage de variétés), les statistiques topologiques et les probabilités géométriques, la théorie des groupes aléatoires et de leurs propriétés, les nœuds aléatoires et les graphes aléatoires.

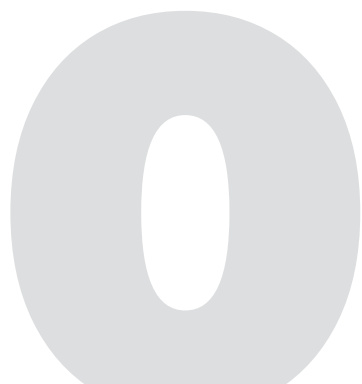
Matthew Kahle donna une série de conférences d'introduction durant cet atelier (le lundi, le mercredi et le vendredi). Dans la première (intitulée « Une invitation à la topologie stochastique »), il parla de variétés aléatoires et de nœuds aléatoires avant de mettre l'accent sur les complexes simpliciaux aléatoires (en particulier le 2-complexe aléatoire de Linial-Meshulam), présentant un survol de certaines phases de transition pour ce modèle. Dans sa deuxième conférence (intitulée « Un bref survol des groupes de présentation finie aléatoires »), Kahle définit trois modèles de groupes aléatoires: le modèle de la densité de Gromov, le modèle triangulaire et le groupe fondamental aléatoire. Il parla aussi de leurs propriétés les plus importantes, comme l'hyperbolicité, la propriété (T) de Kazhdan et la dimension cohomologique. La troisième conférence de Kahle (intitulée « Cycles de persistance maximale ou complexes géométriques aléatoires ») était basée sur son article écrit conjointement avec O. Bobrowski et P. Skraba: il parla d'abord de la taille de la composante maximale pour des graphes géométriques aléatoires sous différents régimes. Une question posée par M. Gromov mena à un échange sur les relations de ce sujet avec la percolation critique et des résultats (potentiels) semblables pour les grandes dimensions. Kahle conclut sa conférence par une description de ses résultats récents sur la persistance des plus grands cycles.

L'atelier débuta le lundi par une conférence de I. Rivin sur plusieurs modèles de nœuds aléatoires, leur géométrie et autres caractéristiques. Il présenta les résultats de plusieurs expériences faites sur ordinateur et portant sur les nœuds de Fourier aléatoires, leur régularité, les nombres de croisements ainsi que la distribution des coefficients et des zéros des polynômes d'Alexander correspondants. Il parla aussi de résultats analogues obtenus dans le cas du modèle des cordes sphériques aléatoire pour les nœuds et conclut par plusieurs problèmes ouverts. Sa conférence donna lieu à des échanges animés et Rivin poursuivit sa comparaison de résultats expérimentaux (obtenus sur le champ!) avec Giulio Tiozzo, Chaim Even-Zohar et

d'autres participants. Lors de la deuxième conférence du lundi, T. Odrzygózdz introduisit les modèles de groupes aléatoires carré et hexagonal, lesquels constituent des généralisations du modèle triangulaire de Zuk: il expliqua les motivations menant à ces modèles et présenta ce qui est déjà connu (par exemple le fait que dans le modèle hexagonal, il existe, pour la propriété (T), un seuil précis de $1/3$). Par la suite, P. Bubenik présenta les résultats de ses travaux en collaboration avec P. Bendich sur l'homologie persistante probabiliste: il montra comment le point de vue probabiliste permet d'obtenir un résumé stable des faces critiques en homologie persistante. La dernière conférence du lundi fut celle de Kahle (décrite ci-dessus).

La première conférence du mardi fut donnée par L. Addario-Berry et portait sur l'analyse probabiliste du problème de l'arbre de recouvrement minimal (ARC). La structure d'un ARC dans un graphe G est intimement liée au comportement de la percolation critique et quasi-critique sur G . Addario-Berry décrivit ce lien ainsi que certains des résultats obtenus sur la structure des ARC aléatoires, leurs limites d'échelle et la croissance de leur volume. Dans le cas des graphes à haute dimension, les ARC aléatoires sont en moyenne tridimensionnels lorsqu'on les considère de manière intrinsèque et en moyenne de dimension 6 lorsqu'on les considère comme des objets plongés dans un espace. La conférence suivante fut présentée par A. Abu Fraiha, qui parla des complexes simpliciaux aléatoires basés sur les systèmes de Steiner. Suivant les travaux de Linial et Meshulam, il présenta un modèle de complexe aléatoire de degré maximal borné et étudia sa topologie. Il utilisa la théorie des écarts spectraux (en particulier la méthode de Garland) pour démontrer la connectivité homologique de ces complexes aléatoires et donna une borne supérieure pour les nombres de Betti des complexes ayant des liens fortement connectés.

La troisième conférence de la journée fut celle d'O. Bobrowski, qui présenta un résumé des progrès en étude de l'homologie des complexes géométriques aléatoires. Il parla des transitions de phase liées à l'apparition et la disparition de l'homologie et des distributions limites des nombres de Betti de ces complexes. Il donna aussi un survol des modèles pour engendrer un complexe géométrique aléatoire et mentionna leurs ressemblances et leurs différences. Lors de la première conférence de l'après-midi, J. Behrstock parla de nouveaux théorèmes de seuil pour les graphes aléatoires, inspirés par des concepts de la théorie géométrique des groupes (rappelons que dans le modèle d'Erdős-Rényi, il existe un seuil pour lequel les graphes aléatoires de faible densité ne sont pas connexes et les graphes de haute densité sont connexes). Behrstock donna des exemples d'application de ces résultats à la géométrie des groupes de Coxeter. Le dernier conférencier du mardi fut G. Tiozzo, qui parla du dénombrement d'éléments loxodromiques pour des actions hyperboliques. Étant donné un groupe hyperbolique G agissant sur un espace métrique hyperbolique X , un élément loxodromique de G est un élément agissant comme une isométrie loxodromique de X . Tiozzo a démontré que pour tout ensemble fini de générateurs de G , la proportion des éléments loxodromiques dans la boule de rayon n centrée sur l'identité de G tend vers 1 lorsque n tend vers l'infini. Il a aussi prouvé des résultats sur le comportement dans X des images de rayons géodésiques typiques dans G .



Le premier conférencier du mercredi, C. Even-Zohar, parla des nœuds aléatoires. Les courbes aléatoires dans l'espace et la façon dont elles sont nouées donnent des informations sur le comportement des nœuds et liens typiques. Les physiciens et les biologistes les ont étudiées dans le contexte de la structure des polymères aléatoires. Even-Zohar et ses co-auteurs (Hass, Linial et Nowik) ont étudié les nœuds aléatoires en utilisant les projections de pétales et ont trouvé des formules explicites pour les distributions limites d'invariants de type fini des nœuds et liens aléatoires dans le modèle de Petaluma. La conférence d'Even-Zohar et celle de Rivin (qui eut lieu le lundi) fournirent un très bon survol de certains résultats à la fine pointe de la recherche sur les nœuds aléatoires: elles menèrent à de nombreux échanges stimulants pendant l'atelier. La conférence suivante fut donnée par J. Maher, qui parla des couches d'éléments dans les groupes de classes d'applications. Une marche aléatoire sur le groupe de classes d'applications d'une surface fournit un élément «pseudo-Anosov» avec une probabilité tendant vers 1 lorsque la longueur de la marche tend vers l'infini. Maher a démontré que la probabilité qu'un tel élément «pseudo-Anosov» possède un axe invariant dans la couche de dimension supérieure tend elle aussi vers 1, et en particulier les foliations stables et instables possèdent des singularités trivalentes génériques.

M. Chas donna la troisième conférence du mercredi. Elle parla de plusieurs nombres associés à une classe d'homotopie libre (dénotee X) de courbes fermées sur une surface avec frontière et une caractéristique d'Euler négative. Ces nombres sont: le nombre d'auto-intersection de X , la longueur de mot de X , la longueur de la géodésique dans X et le nombre de classes d'homotopie libres d'une longueur donnée de mot dans l'orbite de X à l'intérieur du groupe de classes d'applications. Les relations entre ces nombres présentent beaucoup de motifs lorsqu'on les évalue de manière explicite ou approximative grâce à des algorithmes divers implantés sur ordinateur. Ces calculs permettent de trouver des contre-exemples pour certaines conjectures et de découvrir de nouveaux motifs et théorèmes. Un des contre-exemples est qu'il existe des paires de classes d'homotopie libres de courbes sur une surface S qui sont de «longueurs équivalentes» mais ont des nombres d'auto-intersection distincts. D'autre part un des théorèmes découverts énonce que la distribution de l'auto-intersection (normalisée) de classes d'homotopie libres de courbes fermées sur une surface, échantillonnées parmi celles d'une longueur de mot donnée, s'approche de la gaussienne lorsque la longueur de mot tend vers l'infini.

La première conférence du mercredi après-midi fut prononcée par S. Antoniuk, qui parla des travaux réalisés en collaboration avec E. Friedgut et T. Luczak sur les groupes triangulaires aléatoires. Elle utilisa un modèle de groupe aléatoire obtenu grâce à une représentation aléatoire avec des relations de longueur trois, chacune étant choisie de manière indépendante avec une probabilité donnée. Elle étudia le seuil à partir duquel le groupe s'effondre en un groupe trivial et montra que ce seuil est précis (utilisant une méthode de Friedgut). Dans la conférence suivante, B. Lishak parla de l'espace des triangulations d'une 4-variété compacte. Le nombre de triangulations d'une 4-variété compacte croît de manière au moins exponentielle comme fonction du nombre de simplexes. De plus, si l'on définit la distance entre deux triangulations

comme étant le nombre minimal de déplacements de Pachner requis pour aller d'une triangulation à l'autre, on peut s'assurer que la distance entre toute paire de triangulations dans un certain ensemble exponentiel de triangulations est plus grande que la tour d'exposants d'une hauteur fixe. Ce résultat découle d'un résultat semblable sur les présentations équilibrées du groupe trivial. La journée se termina par la deuxième conférence de Matt Kahle (décrite au début du présent rapport).

Les deux premières conférences du jeudi traitèrent des complexes simpliciaux aléatoires (CSA). M. Farber présenta des modèles de CSA à plusieurs paramètres ayant comme cas particuliers (respectivement) les complexes de Linial-Meshulam et les complexes de cliques aléatoires. Les propriétés topologiques et géométriques d'un tel complexe dépendent de la combinaison des paramètres probabilistes et les seuils pour les propriétés topologiques sont des ensembles convexes plutôt que des nombres. Farber parla des propriétés d'inclusion, des domaines de densité et de la dimension de ces CSA. Le conférencier suivant, Y. Peled, parla de ses travaux (réalisés conjointement avec Linial) sur les analogues, en haute dimension, des résultats sur la transition de phase pour le modèle de graphe aléatoire d'Erdős-Rényi. Il aborda les sujets suivants: probabilités de seuil pour le « d -effondrement» et la disparition de H_d , le nombre de Betti en régime non acyclique, et la nature de la transition de phase. La troisième conférence de la matinée fut prononcée par M. Gromov et était intitulée: «L'homologie peut-elle remplacer les probabilités?». Gromov parla de la définition traditionnelle de l'entropie, de l'approche «fonctorielle» (ou de théorie des catégories) pour la définir, et de l'entropie de Fischer. Il parla ensuite de problèmes d'empilement de boules et de l'action correspondante du groupe de permutations. Il posa le problème suivant: quelle partie de la géométrie d'une variété riemannienne M peut-elle être récupérée à partir des groupes d'homologie des espaces d'empilements de M utilisant des boules métriques?

M. Sapir donna la première conférence du jeudi après-midi et démontra qu'un groupe aléatoire défini par une relation et possédant au moins trois générateurs est résiduellement fini et cohérent (ceci est un résultat obtenu conjointement avec Iva Spakulova). La conférence suivante fut donnée par D. Futer, qui présenta ses travaux réalisés avec D. Wise sur les groupes cubulés. Un groupe est dit «cubulé» s'il est le groupe fondamental d'un complexe cubique compact de courbure non positive. Futer montra que les quotients génériques des groupes hyperboliques cubulés sont eux-mêmes cubulés et hyperboliques. Dans la dernière conférence du jeudi, J. Mackay présenta des travaux conjoints avec Cornelia Drutu expliquant pourquoi les actions de certains groupes aléatoires sur les espaces L_p possèdent des points fixes. L'atelier se termina le vendredi avec la conférence de T. Luczak (qui présenta des travaux réalisés avec Y. Peled sur le seuil où le premier groupe d'homologie sur Z du CSA devient trivial), la conférence de R. Glebov sur les groupes de Coxeter à angle droit associés à certains groupes aléatoires (décrivant un travail conjoint avec Ilan Karpas et Gonzalo Fiz Pontiveros), et la troisième conférence de Matt Kahle.

ALGÈBRE ET MOTS EN COMBINATOIRE

de mars à juillet 2017

Ce semestre thématique explora les liens étroits entre l'algèbre, la théorie des langages formels et la combinatoire, ainsi que diverses questions fondamentales qui apparaissent naturellement lorsqu'on entrelace les fils conducteurs de la combinatoire, de l'algèbre, de la géométrie, de la théorie de la représentation et de la théorie des nombres.

La combinatoire a une forte tradition d'interactions fructueuses avec d'autres domaines des mathématiques dont certaines sont nouvellement émergentes. Le programme fut centré sur l'exploration : des liens entre automates, suites automatiques, algèbre et théorie des nombres ; des liens entre combinatoire des mots et géométrie discrète ; des liens entre théorie des représentations des groupes, groupes engendrés par des réflexions, et combinatoire ; et aussi de plusieurs questions de géométrie algébrique et de théorie des nœuds liées à des considérations combinatoires intrigantes.

L'objectif des ateliers était d'amener les chercheurs œuvrant dans ces domaines en pleine effervescence à échanger sur leurs travaux et de favoriser la collaboration entre eux. Au total, quatre ateliers principaux eurent lieu. Chacun fut précédé d'une école préparatoire d'une semaine dont le but était d'initier les jeunes chercheurs aux développements les plus récents dans ces domaines.

Tout au long du programme, un accent a aussi été mis sur l'utilisation du calcul scientifique et des mathématiques expérimentales en appui à la recherche de premier plan. Des séances d'introduction eurent lieu pour présenter aux chercheurs les outils de calcul de pointe qui sont adaptés à leurs domaines spécifiques.

THÉMATIQUE
ALGÈBRE ET MOTS

explorera les liens étroits entre l'algèbre, la théorie des langages formels et la combinatoire, ainsi que diverses questions fondamentales qui apparaissent naturellement lorsqu'on entrelace les fils conducteurs de la combinatoire, de l'algèbre, de la géométrie, de la théorie de la représentation et de la théorie des nombres.

Le programme fut centré sur l'exploration : des liens entre automates, suites automatiques, algèbre et théorie des nombres ; des liens entre combinatoire des mots et géométrie discrète ; des liens entre théorie des représentations des groupes, groupes engendrés par des réflexions, et combinatoire ; et aussi de plusieurs questions de géométrie algébrique et de théorie des nœuds liées à des considérations combinatoires intrigantes.

L'objectif des ateliers était d'amener les chercheurs œuvrant dans ces domaines en pleine effervescence à échanger sur leurs travaux et de favoriser la collaboration entre eux. Au total, quatre ateliers principaux eurent lieu. Chacun fut précédé d'une école préparatoire d'une semaine dont le but était d'initier les jeunes chercheurs aux développements les plus récents dans ces domaines.

Tout au long du programme, un accent a aussi été mis sur l'utilisation du calcul scientifique et des mathématiques expérimentales en appui à la recherche de premier plan. Des séances d'introduction eurent lieu pour présenter aux chercheurs les outils de calcul de pointe qui sont adaptés à leurs domaines spécifiques.

COMITÉ ORGANISATEUR
Srečko Brlek
Franco Saltoia

COMITÉ CONSULTIF
Jason Bell
Mireille Bouisquet
Jennifer Morse
Christophe Reutenauer
Anne Schilling
Nicolas M. Thiéry
Hugh R. Thomas

CHAIRES AISEI
Boris Adamczewski
Avril - mai 2017

Vic Reiner
Mars - avril 2017

ACTIVITÉS

COMBINATOIRE DES MOTS ET PAVAGES

École : du 27 au 31 mars 2017

Atelier : du 3 au 7 avril 2017, CRM

Organisateurs : Alexandre Blondin Massé (UQAM), Srečko Brlek (UQAM), Xavier Provençal (Savoie Mont Blanc)

La géométrie des pavages a une longue histoire qui remonte à l'Antiquité et a été illustrée en architecture (par exemple dans les palais de l'Alhambra et l'Alcazar en Espagne) et en art décoratif (par exemple dans les dessins de Cornelius Escher). Les 17 groupes de papiers peints constituent une classification des pavages périodiques. Récemment on a vu naître un domaine de recherche, la géométrie discrète, qui étudie les ensembles discrets de points afin de transposer les notions de la géométrie euclidienne classique au plan digital.

Les deux conférenciers de l'école étaient S. Labbé (CNRS, LaBRI) et A. Winslow (University of Texas Rio Grande Valley), deux jeunes chercheurs qui donnèrent des conférences stimulantes sur les problèmes des pavages monoédraux utilisant un polyomino. Labbé présenta la caractérisation de Beauquier-Nivat des polyominos qui pavent le plan par translations, et en particulier ceux qui le pavent de deux manières distinctes. Winslow décrivit des algorithmes optimaux pour reconnaître des pavages monoédraux basés sur la caractérisation de Beauquier-Nivat, ce qui généralise les travaux de X. Provençal. Il présenta aussi des algorithmes quasi-optimaux pour le cas des pavages isoédraux.



MARS - JUILLET 2017
CENTRE DE RECHERCHES MATHÉMATIQUES MONTRÉAL, CANADA
13e COMBINATOIRE

ORGANISATEUR LOCAL
 (Université du Québec à Montréal)
 (Université du Québec à Montréal)

COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL
 (University of Waterloo)
 (Université de Bordeaux)
 (Drexel University)
 (Université du Québec à Montréal)
 (University of California Davis)
 (Université Paris Sud)
 (Université du Québec à Montréal)

MINNEAPOLIS
 (ICJ, CNRS & Université de Lyon)
 (University of Minnesota)

COULEURS ET ATELIERS (ACTIVITÉS DE DEUX SEMAINES)
Combinatoire des mots et pavages
 École: 27 - 31 mars 2017 Atelier: 3 - 7 avril 2017
Organisateurs:
 Alexandre Blondin Massé
 Srećko Brlek
 Xavier Provençal
 (Université du Québec à Montréal)
 (Université du Québec à Montréal)
 (Université Savoie Mont Blanc)

Ponts entre les suites automatiques, l'algèbre et la théorie
 École: 24 - 28 avril 2017 Atelier: 1 - 5 mai 2017
Organisateurs:
 Valérie Berthé
 Sébastien Labbé
 Boris Adamczewski
 Jason Bell
 (Institut de Recherche en Informatique)
 (CNRS, LaBRI, Université de Bordeaux)
 (ICJ, CNRS & Université de Lyon)
 (University of Waterloo)

Combinatoire algébrique
 École: 27 - 31 mars 2017

Dans une autre conférence, M. Rao décrit la recherche exhaustive effectuée par un programme d'ordinateur basé sur la représentation des pavages infinis par des chemins (bi)infinis dans des transducteurs finis. Le modèle s'est avéré très utile puisqu'il permit à M. Rao et E. Jeandel de prouver que 10 tuiles ou 3 couleurs ne suffisent pas pour entraîner l'apériodicité. Trouver un ensemble de 11 tuiles et 4 couleurs n'était plus qu'une question de temps: la recherche exhaustive de tous les ensembles de tuiles de Wang consomma une année de calcul sur 100 processeurs. J. Kari (Université de Turku) donna une version asymptotique de la conjecture de Nivat remontant à 1997, énonçant qu'un mot de dimension deux ayant une faible complexité par rapport à des rectangles arbitrairement grands doit être périodique. Ce résultat est une percée importante puisque nous savons qu'il n'est pas vérifié pour les dimensions supérieures à deux.

C. S. Kaplan (University of Waterloo) fit les délices de l'auditoire grâce à son approche artistique des pavages. Dans l'esprit de M. C. Escher, il présenta des méthodes pour « eschériser » des formes arbitraires. Plus précisément, en insérant une image dans une tuile satisfaisant le critère de Conway (avec des déformations convenables), on peut produire des pavages comme celui-ci (cf. le site de Kaplan: <http://www.cgl.uwaterloo.ca/csk/projects/>).

C. Mann et J. C. McLeod-Mann (University of Washington Bothell) présentèrent leur quête du 15^e pentagone convexe permettant de paver le plan de manière isoédrale (le 14^e fut découvert il y a 30 ans par R. Stein). M. Rao (CNRS, LIP) donna une conférence technique sur les méthodes qu'il a utilisées pour effectuer une recherche exhaustive de tous les pavages pentagonaux convexe du plan. Son programme d'ordinateur fournit une liste des 15 pentagones convexe déjà connus, ce qui met fin aux spéculations sur l'existence d'autres pentagones de ce type.

L'existence de pavages par les tuiles de Wang est un problème qui intéresse les chercheurs depuis 1961. Classifier les tuiles apériodiques selon la taille de l'ensemble de tuiles et le nombre de couleurs représente un défi. Depuis le résultat négatif de Berger en 1965 (pour 20 426 tuiles), plusieurs améliorations ont été prouvées, incluant l'ensemble de 14 tuiles de J. Kari et celui de 13 tuiles de K. Culik II (ces deux résultats ont été obtenus en 1996).



PONTS ENTRE LES SUITES AUTOMATIQUES, L'ALGÈBRE ET LA THÉORIE DES NOMBRES

École: du 24 au 28 avril 2017

Atelier: du 1^{er} au 5 mai 2017, CRM

Organisateurs: Boris Adamczewski (CNRS, Camille Jordan), Jason Bell (Waterloo), Valérie Berthé (CNRS, IRIF), Sébastien Labbé (CNRS, LaBRI)

L'objectif des activités présentées était de regrouper des étudiants des cycles supérieurs, des chercheurs postdoctoraux et des chercheurs d'expérience travaillant en théorie des suites automatiques ou dans des secteurs fortement liés aux suites automatiques afin d'échanger à propos de leurs recherches respectives et de favoriser la collaboration. L'atelier a porté principalement sur les applications des automates et des suites automatiques à l'algèbre et la théorie des nombres.

En tant que titulaire de la chaire Aisenstadt du semestre thématique, B. Adamczewski a présenté une série de conférences sur les suites automatiques qui se sont déroulées sur une période de deux semaines.

L'école était organisée en mini-cours sur des sujets qui concernaient la combinatoire des mots, l'algèbre et la théorie des nombres. Ces mini-cours ont porté sur les fondements de l'algèbre et de la théorie des nombres, notions qui furent utiles aux participants pour l'atelier qui suivait. Les mini-cours de l'école ont été donnés par Y. Bugeaud (Strasbourg), C. Reutenauer (UQAM) et R. Yassawi (Paris Diderot). Le mini-cours donné par Y. Bugeaud a porté sur les liens existant entre des facteurs de complexité, les nombres automatiques, la transcendance et les approximations diophantiennes. Reutenauer a décrit les correspondances entre la théorie des nombres de Markoff et la théorie des mots de Christoffel. Yassawi a présenté une introduction aux suites automatiques, en insistant sur les liens avec l'algèbre et la théorie des nombres.

D'autres exposés ont été donnés par R. Fokkink (TU Delft), J. Leroy (Liège), N. Rampersad (Winnipeg), E. Rowland (Hofstra), Š. Starosta (CTU Prague) et É. Vandomme (UQAM). Des sessions d'exercices et des travaux sur ordinateur ont aussi été organisés, permettant aux participants de mettre à profit les connaissances acquises lors des mini-cours et des exposés.

La théorie des automates finis interagit naturellement avec l'algèbre et la théorie des nombres. Plusieurs avancées récentes ont permis de renforcer ces liens. L'objectif de l'atelier était de permettre aux chercheurs de différents domaines de se rencontrer et d'échanger sur ces avancées. Parmi les thèmes abordés par les conférenciers invités, on retrouve la transcendance et l'analyse diophantienne, l'arithmétique dans les caractéristiques positives, la théorie de Galois des équations différentielles et aux différences, la théorie des modèles, la théorie analytique des nombres, la combinatoire et les séries de puissances formelles.

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles cette rencontre a été un franc succès. Tout d'abord, il faut en souligner l'originalité, qui réside principalement en la diversité des thèmes abordés. Les exposés ont fait la part belle à des domaines qui n'étaient habituellement pas représentés dans les conférences sur les suites automatiques. C'est le cas, par exemple, de la théorie différentielle de Galois et de la théorie des modèles. Un autre aspect important est que cette rencontre a permis à plusieurs jeunes chercheuses et chercheurs talentueux (dont des doctorantes et doctorants) comme A. Bridy (Texas A&M), T. Dreyfus (Lyon 1), G. Fernandes (Lyon 1), A. Medvedovsky (MPI Mathematik) et C. Müllner (TU Wien) de présenter leurs travaux et de participer ainsi au renouvellement de cette communauté. À n'en pas douter, cet élan contribuera grandement à l'enrichissement du domaine et à son développement futur.



Christophe Reutenauer

COMBINATOIRE ALGÈBRIQUE ET GÉOMÉTRIQUE DES GROUPES DE RÉFLEXIONS

École: du 29 mai au 2 juin 2017, UQAM

Atelier: du 5 au 9 juin 2017, CRM

Organisateurs: Matthew J. Dyer (Notre Dame),
Christophe Hohlweg (UQAM), Vincent Pilaud
(CNRS, LIX), Hugh Thomas (UQAM)

Cette rencontre a porté sur l'interface existant entre les aspects algébriques et géométriques combinatoires des groupes de Coxeter et des groupes de réflexions. Les groupes de réflexions apparaissent dans beaucoup de domaines des mathématiques comme, par exemple, les groupes de symétrie des polytopes réguliers, les quotients des groupes d'Artin-Tits, les groupes de Weyl des algèbres de Lie semi-simples, les groupes de Lie, les groupes algébriques, les algèbres de Kac-Moody ou les algèbres amassées et les groupes de réflexions discrets dans la théorie des groupes géométriques. Les propriétés de ces groupes, finis ou infinis, sont souvent des éléments clés dans la compréhension des structures associées. L'atelier réunit les principaux experts (ainsi que leurs étudiants et leurs postdoctorants) afin d'échanger sur des développements de pointe dans ces domaines d'étude actuels et intimement liés les uns aux autres.

Une école de printemps a été organisée avant la tenue de l'atelier: la première journée a été consacrée aux conférences d'introduction, pour les participants intéressés, dont le but était de présenter les préalables nécessaires pour suivre ensuite les cours de l'école. La partie principale de l'école (du 30 mai au 2 juin) a consisté de quatre mini-cours donnés par C. Bonnafé (CNRS, Montpellier), *Representations of rational Cherednik algebras at $q = 0$* ; P. Przytycki (McGill), *The isomorphism problem for Coxeter groups*; V. Reiner, chaire Aisenstadt (Minnesota), *Reflection group invariant theory and generating functionology*; et finalement N. Reading (North Carolina State), *Lattice congruences of the weak order*.

L'atelier de la semaine suivante a attiré vingt conférenciers (4 par journée) dans divers domaines, qui n'étaient pas limités à ceux de la semaine précédente. Les thèmes abordés furent la combinatoire des groupes de Coxeter et les systèmes de racines, les groupes de réflexions complexes, les groupes d'Artin-Tits, les arrangements d'hyperplans et les polytopes, la théorie de la représentation et la théorie des groupes géométriques.

Les conférenciers invités étaient: S. Billey (Washington), C. Ceballos (Wien), M. Chlouveraki (Versailles, Saint-Quentin-en-Yvelines), P. Dehornoy (Caen), A. Felikson (Durham), P. Hersh (North Carolina State), K. Jankiewicz (McGill), M. Lanini (Roma Tor Vergata), T. Marquis (UC Louvain), J. McCammond (UC Santa Barbara), K. Mészáros (Cornell), J. Michel (Paris Diderot), Y. Mizuno (Shizuoka), P. Przytycki (McGill), N. Reading (North Carolina State), V. Reiner (Minnesota), V. Ripoll (Wien), S. Stella (Roma La Sapienza), C. Stump (Magdeburg), J. Swiatkowski (Wroclaw).

L'évènement a permis d'entamer plusieurs projets de collaboration entre les participants. Suite au grand succès remporté par cette rencontre, il a été décidé de poursuivre l'expérience et d'organiser une série de conférences et d'ateliers ayant lieu tous les deux ans.

COMBINATOIRE ÉQUIVARIANTE

École: du 12 au 16 juin 2017

Atelier: du 19 au 23 juin 2017

Université de Montréal

Organisateurs: François Bergeron (UQAM),
Luc Lapointe (Talca), Jennifer Morse (Drexel),
Franco V. Saliola (UQAM)

L'objectif de cet atelier et de l'école qui lui était associée était d'explorer les interactions profondes et récentes entre la combinatoire algébrique, la théorie de la représentation, la géométrie algébrique ainsi que la théorie des nœuds et les liens qui les unissent à la physique théorique.

Comme c'est traditionnellement le cas pour un tandem école/atelier des activités thématiques du CRM, l'objectif de l'école était de préparer les jeunes chercheurs afin qu'ils puissent profiter pleinement de l'atelier organisé par la suite. Cet objectif a été admirablement atteint grâce à la présentation de trois conférences: *Combinatorics of Schubert Calculus* par M. Gillespie (UC Davis), *Algebraic Combinatorics and Representations of Cherednik Algebras* par S. Griffeth (Talca) et *The Combinatorics of Symmetric Functions* par J. Remmel (UC San Diego). Les conférences ont été très appréciées par les participants. Les sessions portant sur les relations avec le calcul formel organisées par N. Thiéry (Paris-Sud) ont été aussi très appréciées. Cette combinaison de conférences et d'ateliers exploratoires impliquant des outils informatiques de haut niveau (dans l'environnement SageMath libre) a permis aux néophytes de se familiariser plus rapidement avec ce nouveau domaine de recherche.

Les conférences de l'école ont été enregistrées sur vidéo et sont disponibles à partir de la page web du CRM.



L'atelier a suivi cette première semaine de préparation organisée à l'intention des jeunes chercheurs. Les sujets principaux de la rencontre furent la combinatoire rationnelle de Catalan et ses liens avec la théorie de la représentation (S_n -modules d'espaces coinvariants diagonaux), la géométrie algébrique (variétés de drapeaux sur le schéma de Hilbert de points dans le plan), l'homologie colorée des (m,n) -nœuds toriques de Khovanov-Rozansky et l'algèbre elliptique de Hall. Un élément clé présenté lors de la rencontre fut la réalisation de cette dernière algèbre comme une algèbre d'opérateurs sur les fonctions symétriques, incluant des opérateurs ayant les célèbres polynômes de Macdonald comme fonctions propres. Plusieurs avancées très récentes et importantes concernant les liens entre ces sujets ont été présentées par des chercheurs à l'avant-garde de la recherche dans ce domaine. En fait, cette rencontre a été caractérisée par un ensemble incroyable d'exposés très intéressants, qui nous ont permis de présenter des résultats surprenants et très récents.

Sans aucun doute, cet atelier a dépassé son objectif qui était de démontrer la très grande convergence existant entre les questions soulevées par les sujets abordés et le fait que chacune de ces interrogations peut constituer, à sa façon, une contribution importante au développement de ce domaine d'étude. Les conférences ont été présentées par les personnes suivantes: J.-C. Aval (CNRS, LaBri), N. Bergeron (York), J. Blasiak (Drexel), E. Carlsson (UC Davis), P. R. Di Francesco (Illinois at Urbana-Champaign), S. Fishel (Arizona State), A. M. Garsia (UC San Diego), E. Gorsky (UC Davis), J. Haglund (Pennsylvania), M. Haiman (UC Berkeley), A. Hicks (Lehigh), M. Hogancamp (Southern California), R. Kaliszewski (Lehigh), R. Kedem (Illinois at Urbana-Champaign), S. J. Lee (Seoul NU), B. Rhoades (UC San Diego), P. Samuelson (Edinburgh), A. Schilling (UC Davis), N. Williams (UC Santa Barbara) et A. Wilson (Pennsylvania).

Il faut souligner la contribution importante des étudiants de l'UQAM qui ont préparé des tutoriels d'utilisation du logiciel SageMath spécialement adaptés pour l'atelier, avec une compilation de formules fondamentales et de notes de cours structurées prises lors de l'école. La plupart de ces documents sont disponibles sur la page web de l'atelier (voir le lien vers « Matériel pour l'atelier » situé en bas à gauche de la page). Cette section sera mise à jour avec de nouveaux documents au fur et à mesure qu'ils seront disponibles.

INFÉRENCE STATISTIQUE CAUSALE ET SES APPLICATIONS À LA GÉNÉTIQUE

du 25 juillet au 19 août 2016,
Université de Montréal

parrainé par le CRM, l'INCASS, le PIMS et le SAMSI

Organisateurs: Robin Evans (Oxford), Chris Holmes (Oxford), Marloes Maathuis (ETHZ), Erica E. M. Moodie (McGill), Ilya Shpitser (Johns Hopkins), David A. Stephens (McGill) et Caroline Uhler (MIT)

L'inférence causale essaie de déterminer la structure causale sous-jacente à un mécanisme de génération de données, de comprendre les processus scientifiques pertinents et de prédire l'effet des interventions futures. Ceci est particulièrement important lorsque les expériences ne peuvent être réalisées pour des raisons pratiques, financières ou éthiques. En génétique, ces considérations sont tout à fait pertinentes: en effet, même s'il est possible de faire des expériences (ce qui devient de plus en plus facile grâce aux technologies émergentes), elles coûtent souvent assez cher. Il est donc très utile de travailler à partir de données obtenues à moindre coût grâce à des observations. Le but de ce programme était de réunir des chercheurs en statistique et génétique pour échanger sur les connaissances actuelles en inférence causale, les problèmes les plus pressants de ce domaine et les méthodes pour les résoudre.

La première semaine du programme consistait d'un atelier de cinq jours et réunit des conférenciers et participants de divers stades de carrière, provenances et formations. Ces participants incluaient des généticiens ayant des intérêts très appliqués, des épidémiologistes, des statisticiens théoriciens et des philosophes. Pour leur permettre de communiquer entre eux, chaque journée inclut cinq conférences de survol de 60 minutes chacune, données par des chercheurs chevronnés et servant d'introduction aux domaines suivants: l'inférence causale basée sur des contraintes, les expériences avec une seule cellule, les méthodes d'annotation en génétique, la randomisation mendélienne et l'analyse de médiation. D'autres participants donnèrent des exposés de 30 minutes chacun: les organisateurs leur avaient demandé de présenter des problèmes non encore résolus.

La session d'affiches de mardi inclut d'excellentes contributions de plusieurs étudiants. Un concours d'affiches fut remporté par deux équipes, provenant respectivement de l'Université d'Amsterdam et de l'Université Radboud de Nimègue. Leurs approches théoriques et pratiques du problème impressionnèrent les juges. Beaucoup de participants approchèrent les organisateurs pendant l'atelier pour leur dire combien ils l'appréciaient et beaucoup de collaborations nouvelles furent rapportées pendant l'atelier. En voici quelques exemples: applications de solveurs SAT aux réseaux d'interactions entre protéines, randomisation mendélienne dans les études sur le cancer, modèles de copules pour les régimes de traitement dynamiques et modèles marginaux pour données vaccinales.

Le reste de ce programme thématique court fut consacré aux travaux de recherche de petits groupes de participants. Des groupes de travail et d'échanges furent formés sur les sujets suivants: contrôle de variables confondantes, inférence causale dans les systèmes dynamiques, réseaux causaux, modèles marginaux, et données longitudinales.



PROGRAMMES THÉMATIQUES ANTÉRIEURS

Le Centre de recherches mathématiques organise des années ou semestres thématiques de manière continue depuis 1993. Avant cette date, c'est-à-dire de 1987 à 1993, des semestres spéciaux et des périodes de concentration se mêlaient aux activités thématiques.

Voici les programmes thématiques antérieurs.

Avril à Juillet 2016 Les mathématiques computationnelles dans les applications émergentes

Juin 2015 à janvier 2016 Correspondance AdS/CFT, holographie et intégrabilité

2014–2015 La théorie des nombres, de la statistique Arithmétique aux éléments Zêta

Janvier à juin 2014 Théorie de Lie

Juillet à décembre 2013 Mathématiques de la planète Terre 2013 — Semestre thématique en biodiversité et évolution

Janvier à novembre 2013 Mathématiques de la planète Terre 2013 — Programme pancanadien sur les modèles et méthodes en écologie, épidémiologie et santé publique

Janvier à septembre 2013 Mathématiques de la planète Terre 2013 — Programme international en mécanique céleste

2012–2013 Espaces de modules, extrémalité et invariants globaux

Janvier à juin 2012 Analyse géométrique et théorie spectrale

Juin à décembre 2011 Information quantique

Janvier à juin 2011 Statistique

Juillet à décembre 2010 Aspects géométriques, combinatoires et algorithmiques de la théorie des groupes

Janvier à avril 2010 La théorie des nombres, science expérimentale et appliquée

Août à décembre 2009 Problèmes mathématiques en imagerie: du neurone au monde quantique

2008–2009 Défis et perspectives en probabilités (programme conjoint CRM–PIMS)

2008–2009 Méthodes probabilistes en physique mathématique

Janvier à juin 2008 Systèmes dynamiques et équations d'évolution

Juin à décembre 2007 Les systèmes dynamiques appliqués

Janvier à juin 2007 Développements récents en combinatoire

Juin à décembre 2006 Optimisation combinatoire

2005–2006 Analyse en théorie des nombres

2004–2005 Les mathématiques de la modélisation multiéchelle et stochastique

2003–2004 Analyse géométrique et spectrale

2002–2003 Les maths en informatique

2001–2002 Groupes et géométrie

2000–2001 Méthodes mathématiques en biologie et en médecine

1999–2000 Physique mathématique

1998–1999 Théorie des nombres et géométrie arithmétique

1997–1998 Statistique

1996–1997 Combinatoire et théorie des groupes

1995–1996 Analyse numérique et appliquée

1994–1995 Géométrie et topologie

1993–1994 Systèmes dynamiques et applications

1992 Probabilités et contrôle stochastique (semestre spécial)

1991–1992 Formes automorphes en théorie des nombres

1991 Algèbres d'opérateurs (semestre thématique)

1990 Équations aux dérivées partielles et leurs applications (période de concentration)

1988 Variétés de Shimura (semestre thématique)

1987 Théorie quantique des champs (semestre thématique)

1987–1988 Théorie et applications des fractales

1987 Rigidité structurale (semestre thématique)



CHAIRE RE AISENSTADT STADT

La chaire Aisenstadt, fondée grâce à un don du docteur André Aisenstadt, permet d'accueillir des mathématiciens de renom pour une durée d'au moins une semaine (idéalement un ou deux mois). Au cours de leur séjour, ces chercheurs donnent une série de conférences sur un sujet spécialisé, dont la première, à la demande du donateur André Aisenstadt, doit être accessible à un large auditoire.

Les domaines de recherche des titulaires de la chaire Aisenstadt sont en général étroitement liés aux thèmes des programmes thématiques de l'année courante. Les titulaires de la chaire Aisenstadt pour l'année 2016–2017 étaient Nalini Anantharaman, Scott Sheffield, Yuval Peres, Vic Reiner et Boris Adamczewski.



LA CHAIRE AISENSTADT

LES TITULAIRES EN 2016-2017

Nalini Anantharaman a obtenu son doctorat en 2000 sous la direction de François Ledrappier de l'Université Pierre et Marie Curie. Elle a travaillé à l'ENS de Lyon et à l'École polytechnique avant de devenir professeure titulaire à l'Université Paris-Sud. Elle est professeure à l'Université de Strasbourg depuis 2014. Madame Anantharaman a été chercheuse invitée à UC Berkeley (où elle a été professeure visiteuse Miller en 2009) et à l'IAS, Princeton en 2013.

En 2011, Nalini Anantharaman a reçu le prix Jacques Herbrand de l'Académie française des sciences et aussi été lauréate du prix Salem. En 2012, elle se voit décerner le prix Henri Poincaré en physique mathématique. En 2013, le CNRS lui remet la Médaille d'argent. Elle a été vice-présidente de la Société mathématique de France.

Nalini Anantharaman a donné ses exposés pendant l'atelier portant sur les **méthodes probabilistes en géométrie spectrale et EDP**, dans le cadre du semestre thématique sur les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale.

Scott Sheffield a reçu son doctorat en 2003 de la Stanford University sous la direction d'Amir Dembo. Il a obtenu des positions postdoctorales à Microsoft Research, à la University of California à Berkeley et à l'Institute of Advanced Study. Il a été professeur associé au Courant Institute avant de devenir professeur au Massachusetts Institute of Technology.

Scott Sheffield a reçu le prix Loève, le *Presidential Early Career Award for Scientists and Engineers*, la bourse de recherche Sloan et le prix Rollo Davidson. Il a aussi été un conférencier invité au Congrès international des mathématiciens en 2010.

Scott Sheffield a donné des conférences Aisenstadt pendant l'atelier portant sur les **problèmes de croissance aléatoire et les matrices aléatoires**, dans le cadre du semestre thématique sur les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale.



19



Yuval Peres

Yuval Peres a reçu son doctorat en 1990 de l'Université hébraïque de Jérusalem sous la direction de Hillel Furstenberg. Il a contribué à l'épanouissement de la théorie des probabilités et ses liens avec l'informatique théorique. En 2006, Peres est passé de Berkeley au Microsoft Research Theory Group à Redmond, WA.

Ses contributions ont été reconnues par les communautés scientifiques de plusieurs façons. Il a reçu le prix Rollo Davidson en 1995, le prix Loève en 2001 et le prix David P. Robbins de l'AMS en 2011. Il a été conférencier invité au Congrès international des mathématiciens en 2002.

Yuval Peres a donné ses conférences pendant l'atelier portant sur les **problèmes de croissance aléatoire et les matrices aléatoires** dans le cadre du semestre thématique sur les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale.

Vic Reiner a obtenu son doctorat du MIT en 1990, sous la direction de Richard P. Stanley. Il est *Distinguished McKnight Professor* à l'Université du Minnesota où il a débuté sa carrière en tant que *Dunham Jackson Assistant Professor* en 1990.

Ses intérêts de recherche portent sur les liens entre la combinatoire et l'algèbre, la géométrie et la topologie, incluant plusieurs aspects du programme thématique: groupes de réflexions; théorie de la représentation des groupes symétriques; théorie des invariants de groupes finis; algèbre computationnelle et algèbre commutative combinatoire.

Vic Reiner a donné les conférences inaugurales du programme thématique **Algèbre et mots en combinatoire**, qui a eu lieu de mars à juillet 2017. Ses conférences ont relaté des histoires de dénombrement impliquant la théorie des invariants des groupes de réflexions et illustrant comment dans chaque cas, les groupes linéaires généraux ont des comportements semblables à ceux des groupes de réflexions.



Vic Reiner



Boris Adamczewski a obtenu son doctorat de l'Université d'Aix-Marseille II en 2002, sous la supervision de Valérie Berthé. Il est actuellement directeur de recherche CNRS à l'Institut Camille Jordan. Son impact sur la recherche en cours est de plus en plus important, ce qui lui a valu une reconnaissance grâce à l'obtention de la bourse *ERC Consolidator*.

Les intérêts de recherche de Boris Adamczewski portent sur les liens entre la combinatoire des mots, la théorie des nombres, les langages formels et les systèmes dynamiques.

Boris Adamczewski a donné ses conférences pendant l'école et l'atelier portant sur les **ponts entre les suites automatiques, l'algèbre et la théorie des nombres**, dans le cadre du semestre thématique sur l'algèbre et les mots en combinatoire.

TITULAIRES PRÉCÉDENTS DE LA CHAIRE AISENSTADT

Marc Kac, Eduardo Zaranonello, Robert Hermann, Marcos Moshinsky, Sybren de Groot, Donald Knuth, Jacques-Louis Lions, R. Tyrrell Rockafellar, Yuval Ne'eman, Gian-Carlo Rota, Laurent Schwartz, Gérard Debreu, Philip Holmes, Ronald Graham, Robert Langlands, Yuri Manin, Jerrold Marsden, Dan Voiculescu, James Arthur, Eugene B. Dynkin, David P. Ruelle, Robert Bryant, Blaine Lawson, Yves Meyer, Ioannis Karatzas, László Babai, Efim I. Zelmanov, Peter Hall, David Cox, Frans Oort, Joel S. Feldman, Roman Jackiw, Duong H. Phong, Michael S. Waterman, Arthur T. Winfree, Edward Frenkel, Laurent Lafforgue, George Lusztig, László Lovász, Endre Szemerédi, Peter Sarnak, Shing-Tung Yau, Thomas Yizhao Hou, Andrew J. Majda, Manjul Bhargava, K. Soundararajan, Terence Tao, Noga Alon, Paul Seymour, Richard Stanley, John J. Tyson, John Rinzel, Gerhard Huisken, Jean-Christophe Yoccoz, Wendelin Werner, Andrei Okounkov, Svante Janson, Craig Tracy, Stéphane Mallat, Claude Le Bris, Akshay Venkatesh, Alexander Razborov, Angus MacIntyre, Yuri Gurevich, Jamie Robins, Renato Renner, John Preskill, Richard M. Schoen, László Erdős, Elon Lindenstrauss, Fedor Bogomolov, Helmut Hofer, David Gabai, Gang Tian, Simon A. Levin, David Aldous, Martin Nowak, Masaki Kashiwara, Zeev Rudnick, Carl Pomerance, Sophie Morel, Pierre Colmez, Nikita Nekrasov, Bertrand Eynard et Selim Esedoğlu.

ÉCO LES D'ÉTÉ

Le CRM parraine annuellement le Séminaire de mathématiques supérieures ou SMS (une école d'été qui est la plus ancienne activité continue de nature mathématique à Montréal). Il portait cette année sur les dynamiques des systèmes biologiques (University of Alberta). Il a organisé également deux autres écoles d'été portant sur la théorie spectrale et ses applications (Université Laval) et sur l'apprentissage profond (CRM).

LES ÉCOLES D'ÉTÉ

SÉMINAIRE DE MATHÉMATIQUES SUPÉRIEURES 2016 DYNAMIQUES DES SYSTÈMES BIOLOGIQUES

du 29 mai au 11 juin 2016,
University of Alberta

*parrainé par le PIMS, le CRM, le Fields Institute,
l'ISM, le MSRI, la University of Alberta, la SMC,
le PIMS et Springer*

Organisateurs: Mark Lewis (Alberta), Thomas Hillen
(Alberta) et Yingfei Yi (Alberta)

Voici les noms et les affiliations des conférenciers
principaux et les titres de leurs cours.

Benoît Perthame (Pierre et Marie Curie)

*Bacterial Motion, Motivation and Analysis
Micro-Macro, Travelling Pulses, Internal States,
Fast Reaction — Stiff Response*

Philip Maini (Oxford)

*Pattern Formation, Turing Model, Chemotaxis Model,
Linear Stability Analysis, Applications*

*Travelling Waves, Description of the Fisher Equation
and Analysis for Minimum Wavespeed, Applications*

Applications of Hybrid Models for Cell Motion

Gerda de Vries (Alberta)

The Cell Membrane and the Hodgkin-Huxley Model

Numerical Exploration and Qualitative Analysis

Models for Bursting Electrical Activities

Hong Qian (Washington)

*Complex Biological Dynamics: A Chemical Reaction
Kinetic Perspective. I, II, and III*

Réka Albert (Penn State)

The Structure of Molecular Networks

*Logic Modeling of the Dynamics of Molecular
Networks*

*Connecting the Structure and Dynamics
of Molecular Networks*

Zhilan Feng (Purdue)

*An Elaboration of Theory about Preventing Outbreaks
in Homogeneous Populations to Include
Heterogeneity or Preferential Mixing*

*Emerging Disease Dynamics in a Model Coupling
Within-Host and Between-Host*

*Systems Hopf and Homoclinic Bifurcations
and Applications in Epidemiological Models*

Michael Li (Alberta)

*Large Scale Epidemic Models
and a Graph-Theoretic Method
for Constructing Lyapunov Functions. I, II, and III*

6 Séminaire de thématiques Supérieures: Dynamics of Biological Systems

May 30 - June 11, 2016
University of Alberta

The purpose of this summer school is to focus on the interplay of dynamical and biological systems, developing the rich connections between science and mathematics that have been so successful in the past. Our focus will be on understanding the mathematical structure of dynamical systems arising from biological problems, and then relating the mathematical structures back to the biological scientific insight.

SPEAKERS:

RÉKA ALBERT (Pennsylvania State University)
HENRI BERESTYCKI (École des Hautes Études en Sciences Sociales)
CHRIS COSNER (University of Miami)
GERDA de VRIES (University of Alberta)
ZHILAN FENG (Purdue University)
MARTY GOLUBITSKY (Ohio State University)
MICHAEL LI (University of Alberta)
YUAN LOU (Ohio State University)
PHILIP MAINI (University of Oxford)
BENOIT PERTHAME (Université Pierre et Marie Curie)
HONG QIAN (University of Washington)
YINGFEI YI (New York University)

LECTURE TOPICS:

BIOLOGICAL WAVES AND INVASIONS
COMPLEX BIO-NETWORKS
DISEASE DYNAMICS
MULTI SCALE BIOLOGICAL DYNAMICS
NONLINEAR DYNAMICS OF PATTERNS

Chris Cosner (Miami)

Models for a Single Population

Interacting Populations in Ecology

Interacting Populations in Evolution

Martin Golubitsky (Ohio State)

Networks, Symmetries and Applications. I, II, and III

Jianhong Wu (York)

*Spatiotemporal Patterns of Bird Migration
and Seasonal Stage-Activities of Tick Populations:
Model Formulation and Parametrization*

Global Dynamics

Avian Influenza Spread and Lyme Disease Epidemics

Yuan Lou (Ohio State)

An Introduction to the Logistic Model

*Diffusion Driven Extinction in Heterogeneous
Environment*

Persistence and Competition in Rivers

Henri Berestycki (EHESS)

*Reaction-Diffusion and Propagation
in Non-Homogeneous Media. I, II, and III*

23



ÉCOLE D'ÉTÉ DU CRM 2016
THÉORIE SPECTRALE ET APPLICATIONS
du 4 au 14 juillet 2016, Université Laval

parrainée par le CRM, le GIREF, l'ISM et la NSF

Organisateurs: Catherine Bénéteau (South Florida),
Alexandre Girouard (Laval), Dmitry Khavinson (South
Florida), Javad Mashregi (Laval), Thomas J. Ransford
(Laval)

Voici les noms et les affiliations des conférenciers
principaux et les titres de leurs cours.

Ram Band (Technion)

Spectral Graph Theory

Yaiza Canzani (Harvard)

Spectral Geometry

Richard Froese (UBC)

Quantum Mechanics

Felix Kwok (Hong Kong)

Numerical Methods

Richard Laugesen (Illinois–Urbana–Champaign)

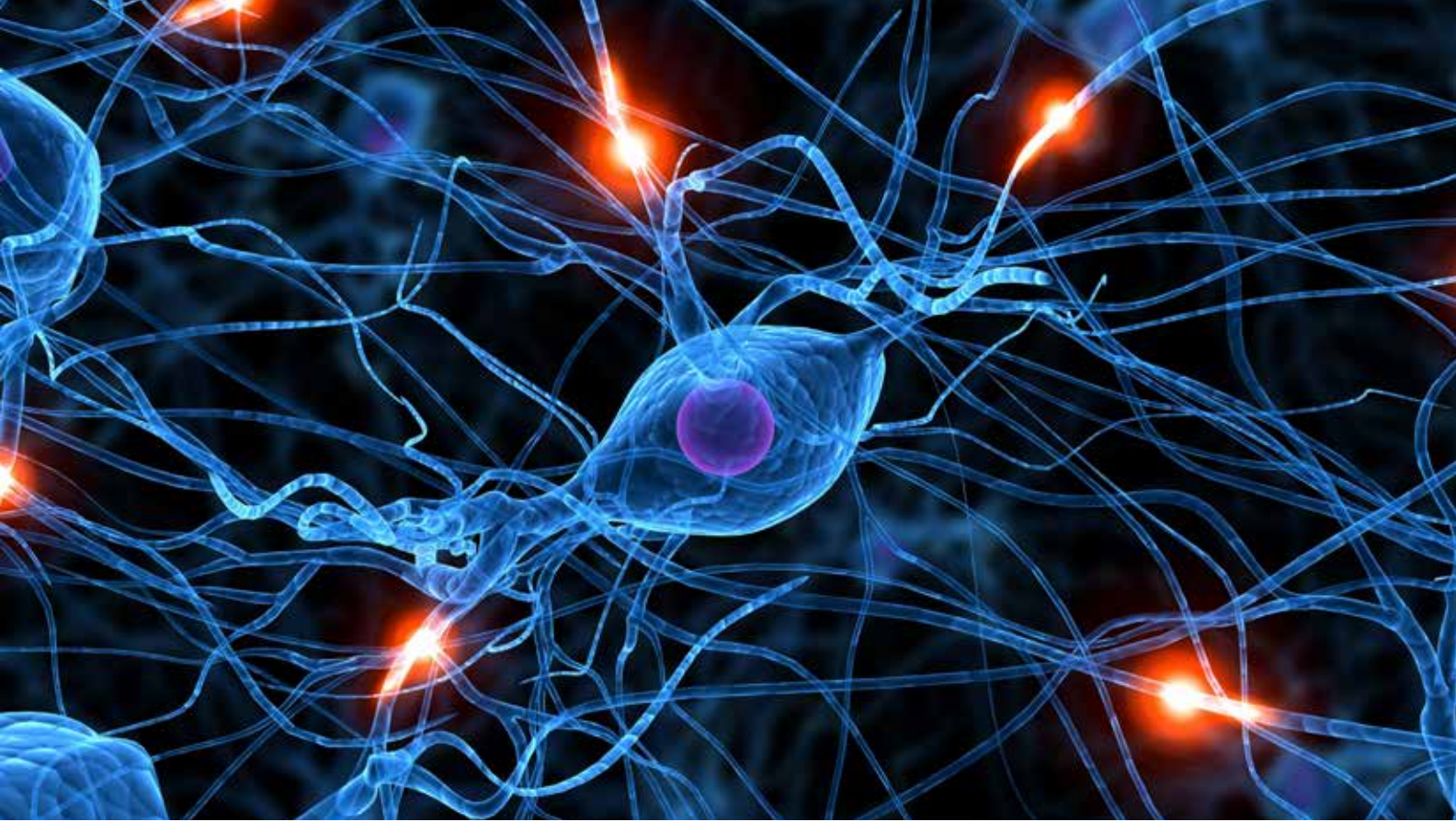
Spectrum of Elliptic Operators

Thomas Ransford (Laval)

Fundamental Spectral Theory



24



**ÉCOLE D'ÉTÉ 2016
EN APPRENTISSAGE PROFOND**
du 1^{er} au 7 août 2016, CRM

*parrainée par le CRM et l'Institut canadien
de recherches avancées (ICRA)*

Organisateurs: Aaron Courville (Montréal), Yoshua Bengio (Montréal)

Voici les noms et les affiliations des conférenciers principaux et les titres de leurs cours.

Doina Precup (McGill)
Machine Learning

Hugo Larochelle (Twitter & Sherbrooke)
Neural Networks I, II

Pascal Lamblin (Montréal)
Introduction to Theano

Rob Fergus (Courant Institute, NYU)
Convolutional Neural Networks and Computer Vision

Antonio Torralba (MIT)
Learning to See

Alex Wiltschko (Twitter)
Introduction to Torch

Yoshua Bengio (Montréal)
Recurrent Neural Networks

Sumit Chopra (Facebook)
Reasoning, Attention and Memory

Jeff Dean (Google)
Large Scale Deep Learning with TensorFlow

Kyunghyun Cho (Courant Institute, NYU)
Deep Natural Language Understanding

Edward Grefenstette (DeepMind)
Beyond Seq2Seq with Augmented RNNs

Julie Bernauer (NVIDIA)
GPU programming for Deep Learning

Joëlle Pineau (McGill)
Introduction to Reinforcement Learning

Pieter Abbeel (UC Berkeley)
Deep Reinforcement Learning

Ruslan Salakhutdinov (Carnegie Mellon)
Deep Generative Models I

Shakir Mohamed (DeepMind)
Building Machines that Imagine and Reason: Principles and Applications of Deep Generative Models

Bruno Olshausen (UC Berkeley)
Beyond Inspiration: Five Lessons from Biology on Building Intelligent Machines

Surya Ganguli (Stanford)
Theoretical Neuroscience and Deep Learning Theory

25

AU TRES ACTI- VITÉS

Le CRM organise et parraine plusieurs autres activités dans divers domaines des mathématiques. En particulier, elles font partie du programme dit général pour des activités tenues au CRM ou à l'extérieur de ses installations ou organisées par d'autres institutions.

Elles peuvent faire partie du programme interdisciplinaire et industriel ou encore être organisées par les laboratoires.

En 2016-2017, le CRM a tenu 7 ateliers dans le cadre du programme général et en a soutenu 10 à l'extérieur.

Il a tenu 3 ateliers dans le programme interdisciplinaire ou industriel. Les laboratoires, quant à eux, ont tenu 9 ateliers.

Enfin, le CRM, en collaboration avec l'Institut des sciences mathématiques (ISM), organise le colloque des sciences mathématiques du Québec, une série de conférences de survol données par des mathématiciens et des statisticiens de renommée internationale sur des sujets d'intérêt actuel.

AUTRES ACTIVITÉS

PROGRAMME GÉNÉRAL

Le programme général sert à financer des événements scientifiques variés, que ce soit pour des ateliers très spécialisés destinés à un petit nombre de chercheurs ou des congrès réunissant des centaines de personnes. Le programme général vise à encourager le développement de la recherche en sciences mathématiques à tous les niveaux. Le programme est flexible et les projets sont examinés au fur et à mesure qu'ils sont proposés.

ACTIVITÉS TENUES AU CRM

ATELIER CYCLES ALGÈBRIQUES ET MODULES du 2 au 8 juin 2016, Université de Montréal

parrainé par la NSF et la Foundation Compositio Mathematica

Organisateurs: Patrick Brosnan (Maryland), Matt Kerr (Washington University in St. Louis), Matilde Lalín (Montréal), Radu Laza (Stony Brook), James D. Lewis (Alberta), Gregory Pearlstein (Texas A&M), Colleen Robles (Duke)

44^e SYMPOSIUM ANNUEL CANADIEN DES ALGÈBRES D'OPÉRATEURS ET LEURS APPLICATIONS (COSY) du 13 au 17 juin 2016, Université de Montréal

Organisateurs: George A. Elliott (Toronto), Mikhaël Pichot (McGill)

L'ABÉCÉDAIRE DE SIDE (ASIDE) du 27 juin au 1^{er} juillet 2016, Université de Montréal

parrainé par le CRM, l'UMI CRM et la NSF

Organisateurs: Ferenc Balogh (John Abbott College), Decio Levi (Roma Tre), Raphaël Verge-Rebello (Collège Ahuntsic), Bart Vlaar (Nottingham), Pavel Winternitz (Montréal)

ATELIER INTRICATION ET « QUANTUMNESS » 22 et 23 août 2016, CRM

Organisateurs: Gilles Brassard (Montréal), Tal Mor (Technion)

WAW 2016 13^e ATELIER SUR LES ALGORITHMES ET LES MODÈLES POUR LE GRAPHE DU WEB 14 et 15 décembre 2016, CRM

parrainé par le CRM, Google, Yandex, la Ryerson University et les Lecture Notes in Computer Science

Comité de direction: Andrei Z. Broder (Google), Fan Chung Graham (UC San Diego)

Co-présidents et co-organisateurs: Anthony Bonato (Ryerson), Fan Chung Graham (UC San Diego), Pawel Pralat (Ryerson)

24 HEURES DE SCIENCE (12^e ÉDITION) MATHÉMATIQUES ET FICTION 12 mai 2017, Université de Montréal

parrainé par le CRM, le CIRRELT, le GERAD, le rcm₂, le CIRANO et l'ISM

Organisatrice: Christiane Rousseau (Montréal)

JOURNÉE DES SCIENCES DES DONNÉES EN SANTÉ 16 mai 2017, Université de Montréal

parrainée par le CRM et la Faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université de Montréal

Organisateur: Jean-François Angers (Montréal)

ACTIVITÉS SOUTENUES À L'EXTÉRIEUR

CONFÉRENCE THÉORIE CANADA 11 du 9 au 11 juin 2016, Carleton University

parrainée par l'ICAT, l'Institut Périmètre, la Faculté des sciences de la Carleton University, le CRM et le Fields Institute

Organisateurs: Thomas Grégoire (Carleton), Steve Godfrey (Carleton), Heather Logan (Carleton), Daniel Stolarski (Carleton), Svetlana Barkanova (Acadia), Ariel Edery (Bishop's)

12^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE « SYMÉTRIES ET INTÉGRABILITÉ DES ÉQUATIONS AUX DIFFÉRENCES » (SIDE12) du 3 au 9 juillet 2016, Hôtel Chanteclerc, Sainte-Adèle

parrainé par le CRM, l'UMI CRM et la NSF

Comité scientifique: Alexander Bobenko (TU Berlin), Basile Grammaticos (CNRS, IMNC), Jarmo Hietarinta (Turku), Nalini Joshi (Sydney), Kenji Kajiwara (Kyushu), Decio Levi (Roma Tre), Frank W. Nijhoff (Leeds), Vassilios Papageorgiou (Patras), Junkichi Satsuma (Aoyama Gakuin), Yuri B. Suris (TU Berlin), Claude Viallet (CNRS, LPTHE), Pavel Winternitz (Montréal), Da-jun Zhang (Shanghai)

Organisateurs: Decio Levi (Roma Tre), Pavel Winternitz (Montréal), Véronique Hussin (Montréal), Mourad E. H. Ismail (Central Florida), Raphaël Verge-Rebello (Collège Ahuntsic), Zora Thomova (SUNY Poly)



**CONFÉRENCE
EN GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE
du 5 au 9 juillet 2016, UQAM**

parrainée par le CIRGET, l'UMI CRM et la NSF

Organisateurs: Vestislav Apostolov (UQAM), Olivier Biquard (ÉNS), Xiuxiong Chen (Stony Brook & USTC), Akito Futaki (Tokyo), Massimiliano Pontecorvo (Roma Tre)

**ATELIER
ANALYSE NUMÉRIQUE D'ÉQUATIONS
DIFFÉRENTIELLES SINGULIÈREMENT
PERTURBÉES
du 25 au 29 juillet 2016,
Saint Mary's University**

parrainé par l'AARMS, le CRM, la NSF, la Memorial University, la Saint Mary's University

Organisateurs: Hermann Brunner (Memorial), Ronald Haynes (Memorial), David Iron (Dalhousie), Theodore Kolokolnikov (Dalhousie), Scott MacLachlan (Memorial), Paul Muir (Saint Mary's)

**TWO WEEKS IN VANCOUVER –
A SUMMER SCHOOL FOR WOMEN IN MATH
du 15 au 25 août 2016, UBC**

parrainée par le PIMS, le Fields Institute, la UBC, le CRM et Goldcorp

Organisateurs: Shawn Desaulniers (UBC), Rachel Kuske (UBC), Fok-Shuen Leung (UBC), Malabika Pramanik (UBC)

**14^e ATELIER SATELLITE RECOMB
SUR LA GÉNOMIQUE COMPARATIVE
du 11 au 14 octobre 2016, Hôtel de l'Institut
de tourisme et d'hôtellerie du Québec**

parrainé par le CRM, l'Université de Montréal, le CHU Sainte-Justine, l'UQAM et le PIMS

Comité de direction: Jens Lagergren (Stockholm), Aoife McLysaght (Dublin), David Sankoff (Ottawa)

Comité d'organisation: Cédric Chauve (Simon Fraser), Nadia El-Mabrouk (Montréal), Abdoulaye Baniré Diallo (UQAM), Benzaid Billel (Montréal), Luis Barreiro (Montréal), Gertraud Burger (Montréal), Sylvie Hamel (Montréal), Manuel Lafond (Montréal), Franz Lang (Montréal), Robin Milosz (Montréal), Emmanuel Noutahi (Montréal)

**60^e CONGRÈS DE L'AMQ
DES MATHÉMATIQUES SURPRENANTES
14 et 15 octobre 2016, Cégep Garneau**

**12^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR
LE WEB ET LES ASPECTS ÉCONOMIQUES
DE L'INTERNET (WINE 2016)**

**du 11 au 14 décembre 2016,
Hôtel InterContinental, Montréal**

parrainée par le CRM, Facebook, Google, Microsoft Research, Springer et le GERAD

Responsables généraux et du programme:
Yang Cai (McGill), Adrian Vetta (McGill)

Responsable des affiches: Vasilis Gkatzelis (Drexel)

Comité de direction: Xiaotie Deng (Shanghai Jiao Tong), Ehud Kalai (Microsoft & Northwestern), Christos Papadimitriou (UC Berkeley), Paul Spirakis (Liverpool & Patras), Yinyu Ye (Stanford)

**SÉMINAIRES UNIVERSITAIRES
EN MATHÉMATIQUES À MONTRÉAL
du 13 au 15 janvier 2017, Université McGill**

parrainés par le CRM, l'ISM, la SMC et quatre universités montréalaises (Concordia, McGill, l'Université de Montréal et l'UQAM, y compris les départements de mathématiques et les associations étudiantes de ces universités)

Organisateurs: Emilia Alvarez (Concordia), Gabriel Boisvert-Beaudry (Montréal), Raphaëlle Élément (Montréal), Antoine Giard (Montréal), Asher Klein (Concordia), Alexis Langlois-Rémillard (Montréal), Rox-Anne L'Italien-Bruneau (UQAM), Lycia Mameri (UQAM), David Marcil (McGill), Véronique Marcotte (UQAM), Émile Nadeau (UQAM), Nicola-Amanda Perry (Concordia), Renaud Raquépas (McGill), Stéphanie Schanck (UQAM), Ben Sigman (Montréal)

**CONFÉRENCE THÉORIE CANADA 12
du 25 au 27 mai 2017, York University**

parrainée par le Fields Institute, la York University, l'Institut Périmètre, l'ICAT, le CRM, l'Institut de physique des particules, le CRSNG et le gouvernement de l'Ontario

Organisateurs: Svetlana Barkanova (Memorial), Ariel Edery (Bishop's), Marko Horbatsch (York), Matthew Johnson (Périmètre), Tom Kirchner (York), Ray Lewis (York)



PROGRAMME INTERDISCIPLINAIRE ET INDUSTRIEL

Depuis plusieurs années déjà, le CRM organise des ateliers de résolution de problèmes industriels. En 2014, les trois instituts de mathématiques canadiens (le CRM, le Fields Institute et le PIMS) ont obtenu une subvention du CRSNG pour développer leurs collaborations industrielles. Cette dernière s'appelle Plateforme d'innovation des instituts ou PII. Elle a permis au CRM d'embaucher un agent de développement de partenariats (M. Stéphane Rouillon) et d'organiser d'autres ateliers de résolution de problèmes. Le CRM décida aussi d'organiser un autre type d'ateliers, les ateliers de maillage. Un atelier de maillage dure une journée et consiste de présentations de problèmes industriels, de présentations de laboratoires du CRM et d'échanges entre professeurs et partenaires industriels. Voici les ateliers qui eurent lieu en 2016–2017.

ATELIER DE MAILLAGE INDUSTRIEL DU CRM ÉNERGIE

24 octobre 2016, CRM

ATELIER DE MAILLAGE INDUSTRIEL DU CRM ANALYSE DE DONNÉES, MODÉLISATION ET AIDE À LA DÉCISION

27 janvier 2017, Université Laval

parrainé par le CRSNG et l'Université Laval

ATELIER DE MAILLAGE INDUSTRIEL DU CRM MATÉRIAUX AVANCÉS

15 mai 2017, Université de Montréal

ACTIVITÉS ORGANISÉES PAR LES LABORATOIRES

Les membres des laboratoires du CRM organisent non seulement des activités dans le cadre des programmes thématique, général et interdisciplinaire du CRM, mais aussi des activités qui sont prises en charge par les laboratoires eux-mêmes. Notons en particulier que le laboratoire d'analyse a créé les Conférences Nirenberg du CRM, nommées en l'honneur du célèbre mathématicien Louis Nirenberg, qui est d'origine montréalaise. Voici les activités organisées par les laboratoires en 2016–2017.

RENCONTRE ESTIVALE DU LABORATOIRE DE STATISTIQUE 17 juin 2016, Université de Montréal

parrainée par le laboratoire de statistique

Organisateur: *Éric Marchand (Sherbrooke)*

NOUVELLES TENDANCES EN THÉORIE DE L'APPROXIMATION du 25 au 29 juillet 2016, Fields Institute

parrainé par le laboratoire d'analyse, le Fields Institute, le CRSNG et le gouvernement de l'Ontario

Organisateurs: *Paul Gauthier (Montréal), Myrto Manolaki (UC Dublin), Javad Mashreghi (Laval)*

ATELIER STAHY 2016 26 et 27 septembre 2016, INRS

parrainé par l'INRS, l'INCASS, le laboratoire de statistique, WSP, Desjardins Assurances, l'AISH, le FRQNT et la SSC

CONFÉRENCE DE THÉORIE DES NOMBRES QUÉBEC–MAINE 2016

9 et 10 octobre 2016, Université Laval

parrainée par le CICMA, la NTF, la NSF, le CRM et le département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval

Organisateurs: *Hugo Chapdelaine (Laval), Jean-Marie De Koninck (Laval), Antonio Lei (Laval), Claude Levesque (Laval)*

ATELIERS MONTRÉAL–TORONTO 2016 EN THÉORIE DES NOMBRES

8 et 9 décembre 2016, CRM

parrainés par le CICMA

Organisateurs: *Henri Darmon (McGill), Stephen Kudla (Toronto)*



**6^e ATELIER DES ÉTUDIANTS
EN ACTUARIAT ET MATHÉMATIQUES
FINANCIÈRES**

17 mars 2017, UQAM

parrainé par Quantact

Organisateurs: Geneviève Gauthier (HEC Montréal),
Ghislain Léveillé (Laval), Anne MacKay (UQAM), Mélina
Mailhot (Concordia), Manuel Morales (Montréal)

**ATELIER THÉMATIQUE
EN ASSURANCE IARD**

24 mars 2017, Université Concordia

parrainé par Quantact

Organisateurs: Mathieu Pigeon (UQAM),
Mélina Mailhot (Concordia)

**CONFÉRENCES NIRENBERG DU CRM
EN ANALYSE GÉOMÉTRIQUE
THE ONSAGER'S THEOREM**

Camillo De Lellis (Zürich)

24, 27 et 28 mars 2017, CRM

parrainées par le laboratoire d'analyse

Organisateurs: Iosif Polterovich (Montréal),
Alina Stancu (Concordia), Dmitry Jakobson (McGill),
Pengfei Guan (McGill)

**RENCONTRE PRINTANIÈRE
DU LABORATOIRE DE STATISTIQUE 2017**

17 mai 2017, Université Laval

parrainée par le laboratoire de statistique et l'ASSQ

Organisateur: Éric Marchand (Sherbrooke),

Louis-Paul Rivest (Laval)

**LE COLLOQUE DES SCIENCES
MATHÉMATIQUES DU QUÉBEC**

En 2016–2017, les responsables du colloque étaient Olivier Collin (UQAM), Henri Darmon (McGill), Dimitri Koukoulopoulos (Montréal), Iosif Polterovich (Montréal), David A. Stephens (McGill), Hugh Thomas (UQAM) et Yang Yi (McGill) pour Montréal, Ting-Hue Chen et Louis-Paul Rivest (tous deux de l'Université Laval) pour Québec.

**16 SEPTEMBRE 2016,
UQAM**

Nick Trefethen (University of Oxford)

*Cubature, Approximation, and Isotropy
in the Hypercube*

**16 SEPTEMBRE 2016,
UNIVERSITÉ CONCORDIA**

B. L. S. Prakasa Rao (CR Rao Advanced Institute)

*Statistical Inference for Fractional
Diffusion Processes*

**30 SEPTEMBRE 2016,
UQAM**

Liam Watson (Université de Sherbrooke)

Notions of Simplicity in Low Dimensions

**14 OCTOBRE 2016,
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

Jean-Philippe Lessard (Université Laval)

*Rigorously Verified Computing for Infinite
Dimensional Nonlinear Dynamics:
A Functional Analytic Approach*

**21 OCTOBRE 2016,
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

Ivan Corwin (Columbia University)

Integrable Probability and the KPZ Universality Class

**28 OCTOBRE 2016,
UNIVERSITÉ MCGILL**

Jerry Lawless (University of Waterloo)

*Efficient Tests of Covariate Effects in Two-Phase
Failure Time Studies*

30

**4 NOVEMBRE 2016,
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

Philippe G. Le Floch

(CNRS, Laboratoire Jacques-Louis Lions)

*The Nonlinear Stability of Minkowski Space
for Self-Gravitating Massive Fields*

**25 NOVEMBRE 2016,
UQAM**

Maksym Radziwiłł (Université McGill)

Around the Möbius Function

**1^{er} DÉCEMBRE 2016,
UNIVERSITÉ MCGILL**

Richard Samworth (University of Cambridge)

*High-Dimensional Change-point Estimation
via Sparse Projection*

**2 DÉCEMBRE 2016,
UQAM**

GuiQiang G. Chen (University of Oxford)

*Partial Differential Equations
of Mixed Elliptic-Hyperbolic Type in Mechanics
and Geometry*

**20 JANVIER 2017,
UQAM**

Christopher Skinner (Princeton University)

*The Birch-Swinnerton Dyer Conjecture
and Counting Elliptic Curves of ranks 0 and 1*

**10 FÉVRIER 2017,
UQAM**

Mark Powell (UQAM)

Knot Concordance

**24 FÉVRIER 2017,
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

Frithjof Lutscher (Université d'Ottawa)

*Spreading Phenomena in Integrodifference Equations
with Overcompensatory Growth Function*

**10 MARS 2017,
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

Louigi Addario-Berry (Université McGill)

Probabilistic Aspects of Minimum Spanning Trees

**17 MARS 2017,
UNIVERSITÉ MCGILL**

Sayan Mukherjee (Duke University)

Inference in Dynamical Systems

**31 MARS 2017,
UQAM**

Tatiana Toro (University of Washington)

PDEs on NonSmooth Domains

**6 AVRIL 2017,
UNIVERSITÉ LAVAL**

Jason Fine

(University of North Carolina at Chapel Hill)

*Instrumental Variable Regression
with Survival Outcomes*

**7 AVRIL 2017,
UQAM**

Gabor Székelyhidi (University of Notre Dame)

Kähler-Einstein Metrics

**21 AVRIL 2017,
UQAM**

Aaron Naber (Northwestern University)

Introduction to the Energy Identity for Yang-Mills

**5 MAI 2017,
UQAM**

Gerard Freixas Montplet

(CRNS et Institut de mathématiques de Jussieu,
Paris Rive Gauche)

*From the Geometry of Numbers
to Arakelov Geometry*



GRANDES CONFÉRENCES

Soucieux de répondre aux attentes d'un public curieux de comprendre les événements marquants des sciences mathématiques, le CRM a lancé au printemps 2006 les Grandes Conférences publiques du CRM. Elles mettent en vedette des conférenciers expérimentés, capables de communiquer la beauté et la puissance de la recherche mathématique de pointe dans un langage accessible à tous.



GRANDES CONFÉRENCES PUBLIQUES DU CRM

En 2016–2017 deux Grandes Conférences furent données à l'Université de Montréal: «Les maths de l'intelligence... artificielle» par Alain Tapp (le 22 novembre 2016) et «Paul Lévy et les cygnes noirs» par Gérard Ben Arous (le 16 mars 2017).

Le lecteur trouvera ci-dessous des comptes rendus de ces conférences, inspirés en partie de textes parus dans Le Bulletin du CRM (dont les auteurs sont Christiane Rousseau et Alexander Fribergh, respectivement). Chacune des conférences de l'année 2016–2017 a attiré des centaines de personnes de tout âge. Les vins d'honneur permirent de poser des questions aux conférenciers en toute simplicité, de renouer avec d'anciens camarades d'université et des amis, et de faire la connaissance de personnes dotées de curiosité scientifique.

Le programme des Grandes Conférences est sous la responsabilité de Christiane Rousseau et Yvan Saint-Aubin, professeurs titulaires au département de mathématiques et de statistique de l'Université de Montréal.

LES MATHS DE L'INTELLIGENCE... ARTIFICIELLE

Alain Tapp (Université de Montréal)

Le 22 novembre dernier, le public était nombreux pour écouter Alain Tapp présenter sa nouvelle passion, l'intelligence artificielle, lors d'une Grande Conférence publique du CRM. C'est en 1996 que le programme *Deep Blue* d'IBM a vaincu Garry Kasparov aux échecs. Depuis, les exploits des machines ne cessent de nous épater. Où s'arrêteront-ils ?

Le couple œil-cerveau humain a des facultés extraordinaires. Montrons-lui une photo avec un chien et il identifiera le chien, même si les formes, races, couleurs et positions du chien peuvent varier à l'infini. Il peut trier des photos répondant aux critères de recherche neige-chien. Maintenant un ordinateur peut aussi faire ce tri. Il peut sélectionner des photos de coucher de soleil, ou encore des photos de cimetières. Les traducteurs automatiques fonctionnent de mieux en mieux. Et les véhicules autonomes surpasseront bientôt les conducteurs humains.

En 2015, Stephen Hawking, Elon Musk et des dizaines d'experts en intelligence artificielle signent une lettre ouverte: *There is now a broad consensus that AI research is progressing steadily... We recommend expanded research aimed at ensuring that increasingly capable AI systems are robust and beneficial: our AI systems must do what we want them to do.*

L'humain peut apprendre par lui-même par essais et erreurs sans qu'on lui explique tout. Un des grands tournants dans le développement de l'intelligence artificielle est celui par lequel on a programmé les machines pour qu'elle apprennent par elles-mêmes. Des domaines où elles nous surpassent sont le forage de données et la recherche d'informations.

Le conférencier a centré sa conférence sur l'exemple de la reconnaissance de chiffres manuscrits et différentes méthodes de plus en plus sophistiquées pour aborder ce problème. On commence par classer des chiffres en analysant les pixels noircis lors de leur écriture, ce qui nous donne une matrice de tons de gris. Qu'ont en commun les matrices représentant le même chiffre? L'idée est d'introduire une distance entre ces matrices que l'on peut représenter comme des vecteurs de l'espace euclidien en dimension 784. Lorsqu'on tombe alors sur un nouveau chiffre, on décide ce qu'il représente en minimisant sa distance à des chiffres connus. Une telle méthode donne un taux d'erreur de 3,8 %.

On avance d'un degré dans la sophistication en regardant des données multidimensionnelles. Il est parfois difficile d'expliquer certaines aberrations dans les valeurs prises par une variable quand on la regarde seule, alors que des lois linéaires apparaissent quand on regarde des n-uplets de variables: plus on augmente la dimension, plus le taux de valeurs aberrantes diminue. Toutes les règles ne sont pas linéaires et on peut expliquer certains comportements des données par des règles non linéaires. Toujours dans le cas de la reconnaissance des chiffres, un hyperplan avec noyau quadratique permet de faire diminuer le taux d'erreurs à 1,9 %.

Le conférencier a alors plongé dans le vif de sa conférence avec la comparaison entre le cerveau humain dont les caractéristiques sont puissance, capacité, force brute, et les FLOPS ou opérations en virgule flottante par seconde, depuis le processeur Intel à 90 giga-FLOPS au super-ordinateur Tianhe-2 à 90 peta-FLOPS (1 peta-FLOPS = 10^{15} FLOPS). Le cerveau humain avec ses 86 milliards de neurones a une puissance d'un exa-FLOPS (1 exa-FLOPS = 10^{18} FLOPS). Le cerveau peut-il servir de modèle pour l'intelligence artificielle? Il est construit par couches de neurones. Lorsqu'on lui présente un chiffre, par exemple le chiffre 2, alors une région du cerveau répond tandis que les autres ne réagissent pas. Les neurones artificiels reçoivent des vecteurs en entrée et calculent une sortie. L'idée est de construire des couches de neurones et de les faire apprendre. Mais comment?

La rétropropagation du gradient a été introduite par Geoffrey Hinton: on compare la sortie avec la sortie désirée en mesurant la fonction d'erreur. On teste alors dans quelle direction modifier les neurones pour améliorer la fonction d'erreur, ce qui revient à identifier la direction du gradient de la fonction d'erreur. Les résultats sont bons dans le cas de la reconnaissance des chiffres. Ils deviennent spectaculaires lorsqu'on adapte ces méthodes pour la reconnaissance d'images. Dans la reconnaissance des chiffres, on utilisait un apprentissage supervisé. Mais on peut faire beaucoup mieux en utilisant un apprentissage à grande échelle non supervisé de réseau profond!

C'est ce dans quoi s'est lancé Google en 2013, ce qui lui permet de classer des images provenant de partout sur la Toile, y compris les vidéos de YouTube. Le réseau de neurones de l'époque a appris par lui-même à reconnaître les visages, les chats, de nombreux animaux ou objets de la vie courante, etc. Il a 9 niveaux et 1 giga connexions. L'entraînement se fait sur 1 000 machines et requiert 72 heures par analyse de dix millions d'images sur YouTube. Aujourd'hui, les réseaux profonds sont entraînés directement et offrent des performances impressionnantes comme en témoignent les résultats du concours annuel LSVR (*Large-Scale Visual Recognition*), où les systèmes arrivent à différencier 1 000 catégories incluant 120 races de chiens.

La même méthode appliquée à la reconnaissance de chiffres permet d'atteindre un taux d'erreurs de 0,3 %, soit le taux d'erreurs inévitable même pour un cerveau humain.

Le conférencier a tenu la salle en haleine avec ses explications passionnantes. Jusqu'où ira l'intelligence artificielle? Selon le conférencier, très loin... Et Montréal est sur la carte!



PAUL LÉVY ET LES CYGNES NOIRS Gérard Ben Arous (Courant Institute, NYU)

Dans son exposé du 16 mars 2017, Gérard Ben Arous voulait présenter la vie et l'œuvre de Paul Lévy, un mathématicien français qui a étudié un objet connu sous le nom de variable aléatoire à queue lourde. Cet objet s'est avéré par la suite être central dans l'étude des « cygnes noirs » : des événements très rares mais dont les effets changent le monde de manière drastique, par exemple des crises financières ou des pandémies.

Dans la première partie de son exposé, Gérard Ben Arous a fait une présentation succincte de l'histoire des probabilités. Pendant très longtemps, les probabilités n'étaient pas considérées comme un sujet se prêtant à une étude rigoureuse, et les premiers résultats tendaient à montrer que le hasard n'était pas un phénomène important pour notre vie quotidienne. Gérard Ben Arous a commencé par présenter deux des résultats les plus centraux de la théorie des probabilités.

1. La loi des grands nombres, nous permettant de dire que la moyenne empirique d'une expérience (répétée un grand nombre de fois) va converger vers la moyenne du résultat d'une seule expérience. Par exemple, si on joue à pile ou face (on gagne 1 dollar sur pile et on perd 1 dollar sur face) et on note S_N la fortune accumulée après N itérations, alors S_N/N convergera vers 0.
2. Le théorème central limite, nous permettant de dire que les déviations typiques du résultat moyen sont petites et peuvent être comprises grâce à la courbe de Gauss. Dans le cas du jeu de pile ou face, les déviations seront d'ordre racine de N et S_N divisé par racine de N aura asymptotiquement un comportement aléatoire décrit par la courbe gaussienne.

Les deux résultats indiquent que la réalité devrait être stable et prévisible. Cependant cela ne correspond pas à notre expérience quotidienne.

C'est ici que Paul Lévy entre en jeu. Au début du XX^e siècle, il était un jeune mathématicien brillant qui est rapidement devenu professeur à l'École polytechnique. Son intérêt pour les probabilités a commencé après qu'on lui ait demandé de faire une série d'exposés sur le sujet dans le cadre de ses cours. Avec la découverte récente de la théorie de la mesure ainsi que les progrès de Kolmogorov pour formaliser la théorie des probabilités, toutes les conditions étaient réunies pour un développement rapide du domaine. Parmi les nombreux travaux de Paul Lévy, Gérard Ben Arous a décidé de se concentrer sur les variables aléatoires à queue lourde. Cet outil est utilisé pour décrire une expérience aléatoire qui a une minuscule probabilité d'avoir une réalisation d'une importance majeure, plus grande que celle de tous les événements précédents combinés.

Pour expliquer concrètement ce concept, Gérard Ben Arous a pris l'exemple d'un échantillon de 1 000 hommes new-yorkais ayant entre 50 et 60 ans. On pourrait regarder leur poids, qui serait en moyenne de 80 à 90 kg, ce qui constitue une masse totale de 85 000 kg. Il est intuitivement clair qu'il est totalement déraisonnable de penser qu'une seule personne constitue une fraction significative du poids total étant donné que la personne la plus lourde pèse probablement autour de 200 kg. D'un autre côté, si l'on regarde la fortune personnelle qui pourrait être aux alentours de 100 000 \$, on obtiendrait une fortune totale aux alentours de 100 000 000 \$. Il est maintenant tout à fait raisonnable d'imaginer que l'homme le plus riche



de notre échantillon possède une fraction non négligeable, disons 5 000 000 \$, de cette fortune totale. Cet exemple illustre parfaitement la dichotomie entre les variables aléatoires à queue légère (la distribution des poids) et celles à queue lourde (la distribution de la fortune).

Paul Lévy a étudié et compris le comportement de ces variables aléatoires à queue lourde. Elles ne sont pas reliées à la distribution gaussienne typique mais aux distributions stables. Il a également découvert un nouveau processus aléatoire qui sera plus tard nommé « vol de Lévy » et correspond au mouvement brownien (le déplacement typique d'un objet aléatoire) mais dans le cadre des variables aléatoires à queue lourde. Gérard Ben Arous a ensuite donné une longue liste d'exemples récents où des scientifiques ont découvert des vols de Lévy en faisant des études statistiques de certains objets. Parmi ces exemples, nous trouvons le déplacement d'une ancienne tribu de chasseurs-cueilleurs, le mouvement de certaines protéines dans le cerveau ainsi que les trajectoires de chasse des requins. Les vols de Lévy ont aussi une très grande importance théorique en mathématique et en finance, surtout depuis la crise de 2008-2009.

L'exposé de Ben Arous sur la vie de Paul Lévy a permis d'apprendre de manière concrète et ludique certains résultats fondamentaux ainsi que la philosophie sous-jacente à la théorie des probabilités.

LABO RATOIRES

La caractéristique la plus importante du CRM est peut-être sa nature duale : il est à la fois une ressource collaborative et thématique et un regroupement dynamique de treize laboratoires de recherche. Ce trait le distingue avantageusement de la plupart des grands instituts mondiaux puisqu'il allie avec bonheur, et de nombreux avantages, le modèle classique des centres de recherche avec des membres attirés et celui des instituts qui tablent sur l'organisation de programmes thématiques et une large participation de chercheurs internationaux.

36

LES LABORATOIRES DU CRM

Les laboratoires servent de points focaux pour la recherche mathématique locale et participent activement à la programmation scientifique du CRM. Les membres des laboratoires organisent des semestres ou années thématiques ainsi que des activités et des séminaires parrainés par les laboratoires eux-mêmes. Ils forment des étudiants des cycles supérieurs et des stagiaires postdoctoraux. Les laboratoires incluent des membres provenant de plusieurs universités et favorisent donc grandement la collaboration entre chercheurs québécois.

ANALYSE MATHÉMATIQUE

Sujet à la fois classique et fondamental pour les mathématiques modernes, l'analyse est à la base de toute compréhension des systèmes continus, allant des systèmes dynamiques et des équations aux dérivées partielles jusqu'aux spectres des opérateurs. Le laboratoire regroupe des membres réguliers et associés affiliés à plus de 10 universités situées au Canada, au Royaume-Uni, en France et en Autriche. Les thèmes de recherche abordés par les membres du laboratoire sont l'analyse harmonique, l'analyse complexe, les fonctions de plusieurs variables complexes, la théorie du potentiel, l'analyse fonctionnelle, les algèbres de Banach, l'analyse microlocale, l'analyse sur les variétés, l'analyse non lisse, la théorie spectrale, les équations aux dérivées partielles, l'analyse géométrique, la théorie ergodique et les systèmes dynamiques, la théorie du contrôle, la physique mathématique, les probabilités, l'analyse non linéaire, les équations différentielles non linéaires, les méthodes topologiques en théorie des équations différentielles, la dynamique des fluides et la turbulence.

Les membres du laboratoire organisent (seuls ou en collaboration avec d'autres laboratoires) plusieurs séminaires se tenant régulièrement dans des universités montréalaises, à l'Université Laval et à l'Université de Sherbrooke.

FAITS SAILLANTS

En 2016–2017, Damir Kinzebulatov devient professeur au département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval et est élu membre régulier du laboratoire d'analyse. Il a reçu son doctorat de l'Université de Toronto en 2012 sous la supervision de P. Milman. Sa thèse lui valut le prix Malcolm Slingsby Robertson de mathématiques. Il fut chercheur postdoctoral à l'Institut Fields de 2012 à 2014 et à l'Université McGill en 2015. En 2016, il est professeur adjoint visiteur à l'Indiana University. Le professeur Kinzebulatov applique des méthodes de l'analyse harmonique et de la théorie des opérateurs à des problèmes d'analyse complexe et d'équations aux dérivées partielles. Ses travaux de recherche courants portent (entre autres choses) sur la convection-diffusion, la localisation d'Anderson et la théorie d'Oka-Cartan.

D'août à décembre 2016, les membres du laboratoire d'analyse organisèrent, en collaboration avec des membres du laboratoire de probabilités, un semestre thématique sur les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale. Ce semestre est décrit dans la section du présent rapport sur les programmes thématiques du CRM. Le professeur Camillo De Lellis (de l'Université de Zürich) a donné trois exposés dans le cadre des Conférences Nirenberg du CRM en analyse géométrique (l'évènement le plus prestigieux organisé par le laboratoire d'analyse). Il a parlé du théorème d'Onsager, de ses travaux sur la conjecture d'Onsager et des connexions de ces sujets avec le théorème de plongement isométrique de Nash et le h-principe de Gromov.

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du laboratoire d'analyse mathématique ont supervisé ou cosupervisé 27 étudiants de maîtrise, 27 étudiants de doctorat et 12 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Dmitry Jakobson (McGill)

MEMBRES RÉGULIERS

Marlène Frigon, Paul M. Gauthier, Iosif Polterovich, Christiane Rousseau, Dana Schlomiuk (Montréal)

Stephen W. Drury, Vojkan Jakšić, Paul Koosis, John A. Toth, Jérôme Vétois (McGill)

Abraham Boyarsky, Galia Dafni, Pawel Góra, Alexey Kokotov, Alexander Shnirelman, Alina Stancu, Ron J. Stern (Concordia)

Line Baribeau, Alexandre Girouard, Frédéric Gourdeau, Javad Mashreghi, Thomas J. Ransford, Jérémie Rostand (Laval)

Tomasz Kaczinski (Sherbrooke)

Dominic Rochon (UQTR)

Vadim Kaimanovich (Ottawa)

Richard Fournier (Dawson College)

Francis H. Clarke (Université Claude Bernard)

Robert Seiringer (IST Austria)

MEMBRES ASSOCIÉS

Octav Cornea, Richard Duncan, Samuel Zaidman (Montréal)

Kohur Gowrisankaran, Pengfei Guan, Niky Kamran, Ivo Klemes (McGill)

John Harnad, Dmitry Korotkin (Concordia)

Nilima Nigam (Simon Fraser)

Yiannis Petridis (University College London)



CAMBAM **CENTRE FOR APPLIED MATHEMATICS** **IN BIOSCIENCE AND MEDICINE**

La mission de CAMBAM est d'être une institution à la fine pointe du progrès en application des mathématiques aux sciences biologiques et à la médecine. CAMBAM réalise cette mission grâce à des partenariats avec l'entreprise, le gouvernement et d'autres parties prenantes dans la société. CAMBAM atteint ses objectifs en promouvant et soutenant la recherche, l'enseignement et la formation dans les applications de la biologie quantitative à des domaines et échelles temporelles variés: biologie moléculaire, génétique, biologie cellulaire, physiologie organique, dynamique de populations et écologie. CAMBAM permet aux étudiants d'affiner leur expertise à tous les niveaux en mettant à leur disposition des opportunités de formation exceptionnelles dans des contextes universitaires et d'autres contextes; le centre leur permet aussi de faire de la recherche appliquée avec la plus grande rigueur possible et de répondre à des besoins industriels et sociaux dans le domaine clinique et en santé publique.

CAMBAM organise deux séries de séminaires. La première série, appelée *Cutting Edge Lecture Series*, est destinée au grand public. Cette série comporte une conférence par mois, qui se tient au musée Redpath de l'Université McGill et accueille plus de 80 personnes. La deuxième série est destinée aux membres de CAMBAM: elle consiste en des conférences données par des chercheurs de CAMBAM et des invités, qui présentent leurs travaux.

FAITS SAILLANTS

Au cours de l'année 2016–2017, CAMBAM a organisé avec succès sa série de conférences en biologie mathématique (26 séminaires) à l'Université McGill. La série a permis d'inviter des conférenciers de prestige venant de l'extérieur, tels Leah Keshet (UBC), Mitchell Feigenbaum (Rockefeller), Farzan Nadim (New Jersey Institute of Technology), Marc Ryser (Duke), Frithjof Lüttscher (Ottawa), John Rinzel (NYU), et Alan Perelson (Los Alamos National Laboratory). CAMBAM a également offert huit bourses à des étudiants membres de CAMBAM (le montant total de ces bourses était de 40 000 \$). La réunion annuelle de CAMBAM s'est tenue le 31 mai 2016 à l'Université McGill, avec 46 participants et 19 présentations orales par des étudiants membres du laboratoire.

Une fois de plus, CAMBAM a co-organisé une école d'été avec le MBI (Mathematical Biosciences Institute, Ohio State University) et le NIMBioS (National Institute for Mathematical and Biological Synthesis). En 2016, l'école s'est tenue au MBI et a eu pour thème la modélisation des maladies infectieuses. En 2017, l'école s'est tenue au NIMBioS et a eu pour thème l'intégration des données aux modèles prédictifs. CAMBAM a aussi participé à l'organisation de l'atelier sur les approches thérapeutiques quantitatives mené par Fahima Nekka à l'Université de Montréal en juin 2017.



En 2016–2017, la recherche des membres de CAMBAM a continué à rayonner dans le monde scientifique grâce à des publications dans des revues prestigieuses. Mentionnons en particulier l'article *Demonstration of cardiac rotor and source mapping techniques in embryonic chick monolayers* (publié dans *Chaos* et dont un des auteurs est Leon Glass), l'article *Predicting the spread of all invasive forest pests in the United States* (publié dans *Ecology Letters* et dont un des auteurs est Emma Hudgins) et l'article *Speed regulation of genetic cascades allows for evolvability in the body plan specification of insects* (publié dans *PNAS* et dont un des auteurs est Paul François).

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres de CAMBAM ont supervisé ou cosupervisé 13 étudiants de maîtrise, 19 étudiants de doctorat et 5 stagiaires postdoctoraux.

CODIRECTEURS

Erik Cook et Frédéric Guichard (McGill)

MEMBRES RÉGULIERS

Jacques Bélair, Alain Vinet (Montréal)

Pedro Peres-Neto (UQAM)

Mathieu Blanchette, David L. Buckeridge, Maurice Chacron, Vamsy Chodavarapu, Kathleen Cullen, Paul François, Gregor Fussman, Leon Glass, Michael Guevara, Anthony R. Humphries, Anmar Khadra, Svetlana V. Komarova, Brian Leung, Michael C. Mackey, Jacek Majewski, Sam Musallam, Christopher Pack (McGill)

André Longtin (Ottawa)

MEMBRES ASSOCIÉS

Fahima Nekka (Montréal)

Juli Atherton (UQAM)

Lea Popovic (Concordia)

Claire de Mazancourt, Michel Loreau (Station d'Écologie Théorique et Expérimentale)

Moisés Santillán Zerón (Cinvestav)

Vincent Lemaire (Pfizer)

CICMA CENTRE INTERUNIVERSITAIRE EN CALCUL MATHÉMATIQUE ALGÈBRE

Le CICMA regroupe des chercheurs travaillant en théorie des nombres, théorie des groupes et géométrie algébrique. La géométrie algébrique est une discipline très vaste ayant des liens étroits avec des domaines divers allant de l'arithmétique à la physique théorique. Eyal Goren et Adrian Iovita sont des chefs de file dans l'application des techniques de la géométrie algébrique à des problèmes ayant leur source en théorie des nombres, notamment les variétés de Shimura et les théories de cohomologie p -adique. John McKay est un des pionniers de la théorie du clair de lune, qui relie entre elles des notions de la théorie des formes modulaires, de la géométrie arithmétique et de la physique théorique.

La théorie des nombres s'est développée pendant les dernières décennies suivant deux grands courants: d'une part, la théorie algébrique des nombres, qui s'intéresse à des thèmes généraux telle l'étude des valeurs spéciales des fonctions L attachées aux objets arithmétiques, et qui prend sa source dans les travaux de Gauss et Dirichlet et mène aux conjectures modernes de Deligne, Beilinson et Bloch-Kato. Un autre thème de la théorie algébrique des nombres, surgi du programme de Langlands, postule un lien étroit entre les fonctions L provenant de l'arithmétique et les représentations automorphes.

D'autre part, la théorie analytique des nombres étudie des questions profondes et subtiles concernant la distribution des nombres premiers, en utilisant des techniques de l'analyse mathématique, notamment la théorie des fonctions de variables complexes et la théorie spectrale. Les différents aspects de la théorie des nombres sont particulièrement bien représentés au CICMA, puisque celui-ci inclut les chercheurs Darmon, Goren, Iovita et Kassaei (spécialistes de l'arithmétique et des formes automorphes) et les chercheurs David, Granville, Kisilevsky, Koukoulopoulos et Lalin (spécialistes de la théorie analytique des nombres).

Les membres du CICMA organisent le séminaire de théorie analytique des nombres et le séminaire Québec-Vermont de théorie des nombres.

FAITS SAILLANTS

L'année 2016–2017 fut particulièrement brillante au CICMA: les programmes de recherche de plusieurs de ses membres menèrent à de nouveaux résultats frappants qui eurent un impact substantiel sur la scène internationale. Dimitris Koukoulopoulos continue de développer l'«approche prétentive» de la théorie analytique des nombres introduite par Andrew Granville et K. Soundararajan. Cette nouvelle approche pose des fondements originaux pour des pans entiers du domaine et a attiré l'attention de beaucoup d'autres chercheurs à travers le monde. Bien que Granville ait été en congé de l'Université de Montréal, sa présence au CICMA fut très concrète grâce à ses visites et ses collaborations avec d'autres membres du laboratoire. Pendant cette période, ses contributions scientifiques furent couronnées par le *Wolfson Research Merit Award* (décerné par la *Royal Society* de Londres) et une subvention prestigieuse du Conseil européen de la recherche (*ERC Advanced Research Grant*) en 2016. Granville avait déjà été élu membre de l'*Academia Europaea* en 2015.

Les percées spectaculaires d'Adrian Iovita sur la structure des «variétés eigen» de Coleman–Mazur et sa preuve de la conjecture de Robert Coleman sur le halo spectral (en collaboration avec Andreatta et Pilloni) eurent beaucoup d'impact et transformèrent la théorie des familles p -adiques de formes modulaires. Ses travaux furent couronnés par une invitation à donner une conférence «invitée» au Congrès international des mathématiciens à Rio de Janeiro (l'invitation s'adressait aussi à Vincent Pilloni et Fabrizio Andreatta, un ancien stagiaire postdoctoral du CICMA). Le travail historique de Maksym Radziwiłł (en collaboration avec Kaisa Matomäki) sur les annulations des fonctions multiplicatives dans de petits intervalles a été reconnu comme étant (probablement) l'avancée la plus importante des dernières années en théorie analytique des nombres. Ce travail a servi de base à une autre percée (avec Terence Tao) sur le problème du décalage d'Erdős. Les résultats de Radziwiłł furent présentés dans plusieurs rencontres et séminaires prestigieux, comme le Séminaire Bourbaki à Paris (en 2016), et lui valurent le prix SASTRA Ramanujan (en 2016) et une *Sloan Fellowship* (en 2017).

Le travail monumental d'Eyal Goren, en collaboration avec Andreatta, Howard et Madapusi-Sera, fut un autre des faits saillants reconnus dans le monde entier en 2016–2017. Il fournit l'ingrédient essentiel pour une des percées les plus significatives en géométrie arithmétique au cours des dix dernières années: la preuve de la conjecture de Colmez (en moyenne) et de la célèbre conjecture d'André-Oort. Ce travail est maintenant publié dans un article de 140 pages paru dans les *Annals of Mathematics*. Le travail révolutionnaire d'Antonio Lei sur les systèmes d'Euler (entamé il y a quelques années en collaboration avec David Loeffler et Sarah Zerbes) continue à avoir un grand impact et à revitaliser la théorie des systèmes d'Euler: en particulier Lei donna un mini-cours sur ce sujet à l'EPFL (Lausanne) en 2017 et Henri Darmon faisait partie de son comité d'organisation.



Les travaux de recherche d'Henri Darmon sur la conjecture de Birch et Swinnerton-Dyer, en collaboration avec Victor Rotger, firent l'objet de plusieurs séminaires de travail d'un semestre chacun, spécialement à Princeton et UCLA, et furent couronnés par le prix Cole de l'AMS en théorie des nombres en 2016 et le prix CRM–Fields–PIMS en 2017. Pendant l'hiver de 2017, Jan Vonk (un stagiaire postdoctoral du CICMA) et Darmon réalisèrent une percée dans le programme pour étendre la théorie de la multiplication complexe du 19^e siècle aux corps quadratiques réels ; dans ce contexte ils découvrirent des analogues des modules singuliers.

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du CICMA ont supervisé ou cosupervisé 23 étudiants de maîtrise, 43 étudiants de doctorat et 20 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Henri Darmon (McGill)

MEMBRES RÉGULIERS

Andrew Granville, Dimitris Koukoulopoulos, Matilde Lalín (Montréal)

Eyal Z. Goren, John Labute, Michael Makkai, Maksym Radziwiłł, Peter Russell (McGill)

Chris J. Cummins, Chantal David, David Ford, Adrian Iovita, Hershy Kisilevsky, John McKay (Concordia)

Hugo Chapdelaine, Jean-Marie De Koninck, Antonio Lei, Claude Levesque (Laval)

Damien Roy (Ottawa)

M. Ram Murty (Queen's)

David S. Dummit (Vermont)

MEMBRES ASSOCIÉS

Daniel Fiorilli, Abdellah Sebbar (Ottawa)

Payman L. Kassaei (King's College London)

CIRGET CENTRE INTERUNIVERSITAIRE DE RECHERCHES EN GÉOMÉTRIE ET TOPOLOGIE

La géométrie différentielle et la topologie sont des disciplines fondamentales des mathématiques dont la richesse et la vitalité à travers l'histoire reflètent leur lien profond avec notre appréhension de l'univers. Elles forment un des carrefours névralgiques des mathématiques modernes. En effet, le développement récent de plusieurs domaines des mathématiques doit beaucoup à la géométrisation des idées et des méthodes : en particulier, c'est le cas pour la physique mathématique et la théorie des nombres.

En plus de ses membres réguliers et associés, le CIRGET (basé à l'UQAM) regroupe un grand nombre de stagiaires postdoctoraux et d'étudiants aux cycles supérieurs. Les grands thèmes qui seront approfondis au cours des prochaines années comprennent la classification topologique des variétés en dimension 3, la quantification des systèmes de Hitchin et le programme de Langlands géométrique, la classification des métriques kählériennes spéciales, l'étude des invariants symplectiques (particulièrement en dimension 4), les équations aux dérivées partielles non linéaires en géométrie riemannienne, en géométrie convexe et en relativité générale, et les systèmes dynamiques hamiltoniens. Sont aussi représentés au CIRGET les domaines de la géométrie algébrique (notamment par les travaux de Steven Lu et Peter Russell) et de la théorie géométrique des groupes (notamment par les travaux de Daniel Wise).

Les membres du CIRGET organisent plusieurs séminaires en géométrie et topologie, topologie symplectique, et théorie géométrique des groupes, ainsi que le séminaire CIRGET Junior.

FAITS SAILLANTS

Le CIRGET a accueilli trois nouveaux membres réguliers cette année. Emmanuel Giroux, directeur CNRS de l'UMI CRM, est un spécialiste de la géométrie de contact. Egor Shelukhin, un nouveau professeur à l'Université de Montréal et ancien stagiaire postdoctoral au CIRGET, travaille en topologie symplectique et de contact et en analyse géométrique. Liam Watson, ancien étudiant du CIRGET, a été recruté par l'Université de Sherbrooke où il est titulaire d'une chaire de recherche du Canada en topologie en basses dimensions. Le centre a également accueilli deux nouveaux membres associés : Maia Fraser est professeure en géométrie symplectique à l'Université d'Ottawa et Marcin Sabok travaille dans les domaines de la théorie géométrique des groupes et de la logique à l'Université McGill. En 2016–2017, le centre a reçu de nombreux visiteurs scientifiques, dont plusieurs par le biais de l'UMI CRM.

Le CIRGET est très fier de son étudiant Siyuan Lu, à qui a été octroyé le prix Carl Herz pour son article écrit avec le professeur Pengfei Guan : *Curvature estimates for immersed hypersurfaces in Riemannian manifolds*, paru dans la revue *Inventiones mathematicae*. Monsieur Lu est maintenant stagiaire postdoctoral à l'Université Rutgers.



Scientifiquement, le CIRGET a connu une année très remplie. Le centre a organisé trois séminaires hebdomadaires: le séminaire de géométrie et topologie, le séminaire sur la théorie géométrique des groupes et le séminaire symplectique. Par ailleurs, les membres du CIRGET étaient très impliqués dans des événements scientifiques qui se tenaient à Montréal. Vestislav Apostolov était l'organisateur local de la Conférence en géométrie différentielle en l'honneur de Claude LeBrun, qui eut lieu à l'UQAM du 5 au 9 juillet 2016. Sir Roger Penrose et Sir Simon Donaldson comptaient parmi les conférenciers. Baptiste Chantraine, un ancien étudiant du CIRGET, actuellement maître de conférences à Nantes, a organisé un mini-atelier sur les invariants spectraux dans la géométrie de contact au CIRGET du 30 mai au 4 juin 2016 (dans le cadre du projet ANR cospin).

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du CIRGET ont supervisé ou cosupervisé 21 étudiants de maîtrise, 32 étudiants de doctorat et 16 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Steven Boyer (UQAM)

MEMBRES RÉGULIERS

Abraham Broer, Octav Cornea, François Lalonde, Iosif Polterovich, Egor Shelukhin (Montréal)

Vestislav Apostolov, Olivier Collin, André Joyal, Steven Lu, Mark Powell, Frédéric Rochon (UQAM)

Pengfei Guan, Jacques Hurtubise, Niky Kamran, Mikaël Pichot, Piotr Przytycki, Peter Russell, Johannes Walcher, Daniel T. Wise (McGill)

Virginie Charette, Liam Watson (Sherbrooke)

Emmanuel Giroux (UMI CRM)

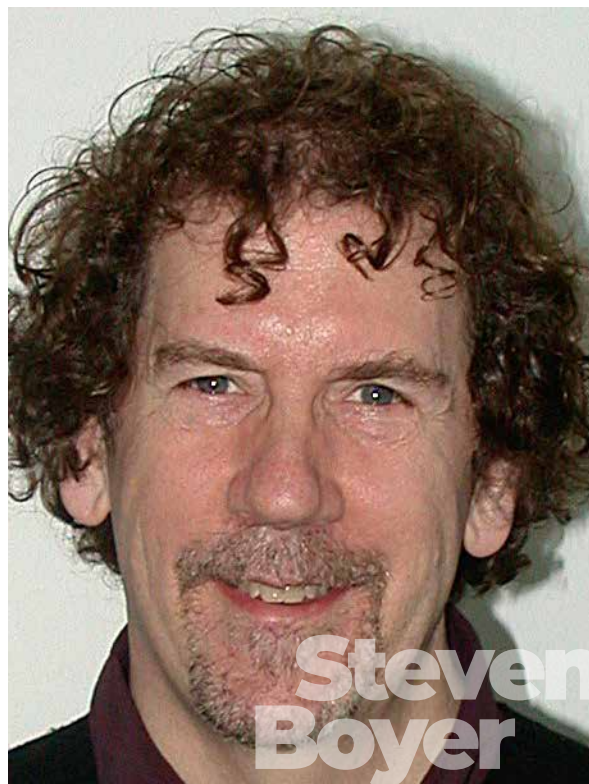
MEMBRES ASSOCIÉS

Dmitry Jakobson, Marcin Sabok, John A. Toth (McGill)

John Harnad (Concordia)

Maia Fraser (Ottawa)

Clément Hyvrier (Cégep de Saint-Laurent)



GIREF GROUPE INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHE EN ÉLÉMENTS FINIS

Les progrès informatiques fulgurants des dernières années nous permettent maintenant de modéliser et de simuler des phénomènes physiques d'une complexité inouïe. Ces problèmes se caractérisent par des lois de comportement fortement non linéaires, des lois de frottement non différentiables, des géométries en grandes déformations, des interactions complexes solides-solides et/ou solides-fluides, des problèmes multi-physiques, etc. Le milieu industriel fourmille de tels problèmes, surtout dans la conception et la fabrication de produits de haute technologie. Par conséquent les membres du GIREF développent des méthodologies numériques originales pour résoudre des problèmes industriels de pointe en mécanique non linéaire. Leurs travaux portent sur les mathématiques pures, l'informatique, le génie logiciel et le génie. Les chercheurs du GIREF proposent des méthodes générales pouvant être appliquées à des problèmes industriels variés.

Les membres du GIREF organisent un séminaire régulier portant sur les domaines de recherche de ses membres.

FAITS SAILLANTS

L'année 2016–2017 était cruciale pour le GIREF en ce qui concerne son financement à long terme. Le deuxième mandat de cinq ans de la chaire industrielle du CRSNG en calcul scientifique de haute performance (dont A. Fortin était le titulaire et Michelin le partenaire) se termina en octobre 2017. Le GIREF est heureux d'annoncer que non seulement un nouveau mandat de cinq ans a été accordé à cette chaire industrielle, mais que des chercheurs du GIREF (les professeurs J. Deteix et J. Urquiza) ont obtenu des subventions de recherche et développement coopératif du CRSNG. Deux nouveaux partenaires industriels se sont joints au GIREF: Hydro-Québec et Bodycad, une entreprise de Québec spécialisée dans le design de prothèses biomédicales. Le financement du GIREF est de l'ordre de 5,5 millions de dollars pour cinq ans et comprend les salaires de deux professionnels de recherche et des bourses pour cinq stagiaires postdoctoraux, 17 étudiants de doctorat, 12 étudiants de maîtrise et 18 étudiants de premier cycle (travaillant pendant l'été).

Le GIREF est un partenaire de premier plan de la subvention FONCER–CRSNG pour le projet *Génie par la Simulation*, dont le montant est de 1,6 million de dollars. Cette subvention permet le financement d'étudiants des cycles supérieurs et la mobilité de ceux-ci entre les institutions participantes (Université Laval, Université de Montréal et Université d'Ottawa). En 2016–2017 le GIREF a participé à l'élaboration d'une nouvelle orientation en génie mécanique qui sera offerte progressivement dès la rentrée de l'automne



2018. Cette nouvelle orientation est une première en Amérique du Nord. Elle vise à doter les ingénieurs en génie chimique, génie mécanique et génie aérospatial d'outils mathématiques et informatiques et d'habiletés computationnelles pour utiliser efficacement l'architecture distribuée des ordinateurs. En particulier, le volet mobilité a permis à l'étudiant Guillaume Émond de profiter de l'expertise du GIREF pour développer avec succès une variante de son programme d'éléments finis pour les éléments finis spectraux. Ce programme a été développé, entre autres applications, pour les études de l'interaction fluide-structure monolithique par les professeurs Fortin et Garon.

DIRECTEUR

André Fortin (Laval)

DIRECTEUR ADJOINT

André Garon (Polytechnique Montréal)

MEMBRES RÉGULIERS

Jean Deteix, Nicolas Doyon, Michel Fortin, Robert Guénette, Khader Khadraoui, Jean-Philippe Lessard, René Therrien, José Urquiza (Laval)

MEMBRES ASSOCIÉS

Michel Delfour (Montréal)

Alain Cloutier, Marie-Laure Dano, Claire Deschênes, Guy Dumas, Mathieu Olivier, Jean-Loup Robert, Seyed Mohammad Taghavi (Laval)

Stéphane Étienne, François Guillbault, Dominique Pelletier (Polytechnique Montréal)

Marie-Isabelle Farinas (UQAC)

Yves Secrétan (INRS-ETE)

Yves Bourgault (Ottawa)

Pietro-Luciano Buono (UOIT)

Mohamed Farhloul, Sophie Léger (Moncton)

Youssef Belhamadia (Université américaine de Sharjah)

Jean-François Héту (CNRC-IMI)

LACIM

LABORATOIRE DE COMBINATOIRE ET D'INFORMATIQUE MATHÉMATIQUE

Le LaCIM est un centre de recherche regroupant des chercheurs en mathématiques et en informatique mathématique, dont les intérêts comprennent la combinatoire algébrique, les mathématiques discrètes et les aspects mathématiques de l'informatique. Fondé en 1989, le LaCIM consiste de membres réguliers, de chercheurs postdoctoraux et de chercheurs associés. Les membres réguliers du laboratoire supervisent, seuls ou avec des collaborateurs, des étudiants de doctorat et de maîtrise et des stagiaires d'été de premier cycle. Depuis ses origines, les recherches du LaCIM se sont grandement diversifiées. Le centre est reconnu, sur la scène internationale, comme un des principaux pôles de recherche en combinatoire algébrique, combinatoire énumérative et combinatoire des mots ; des chercheurs du LaCIM travaillent aussi en bioinformatique et analyse d'algorithmes. Le laboratoire accueille régulièrement des visiteurs et chercheurs renommés dans les domaines de recherche de ses membres. Le LaCIM entretient de nombreuses collaborations avec la plupart des grands centres mondiaux dans son domaine, particulièrement des centres situés en France, aux États-Unis et au Canada. Le séminaire de combinatoire et d'informatique mathématique a lieu chaque vendredi au LaCIM, de septembre à juin.

FAITS SAILLANTS

En 2016–2017, les efforts des membres du LaCIM se concentrèrent sur le semestre thématique sur l'algèbre et les mots en combinatoire (voir la section du présent rapport sur les programmes thématiques du CRM). Le semestre consistait de quatre périodes de deux semaines chacune : la première semaine était consacrée à un cours et la seconde à un atelier, le cours et l'atelier portant sur le même sujet. De plus trois cours des cycles supérieurs furent offerts par trois professeurs de l'UQAM (respectivement) : Christophe Hohlweg, Christophe Reutenauer et François Bergeron.

Quatre autres conférences ou ateliers furent organisés par des chercheurs du LaCIM en 2016–2017. Srečko Brlek et Christophe Reutenauer faisaient partie du comité de programme de la conférence *Developments in Language Theory 2016*, qui eut lieu à Montréal du 25 au 28 juillet 2016. Alexandre Blondin Massé faisait partie du comité d'organisation de cette conférence. Cédric Chauve et Sylvie Hamel firent partie du comité d'organisation de l'atelier *14th RECOMB Comparative Genomics Satellite Workshop*, qui eut lieu à Montréal du 11 au 14 octobre 2016. La 14^e édition de l'atelier *Combinatorial Algebra Meets Algebraic Combinatorics* eut lieu à l'UQAM du 27 au 29 janvier 2017 et Christophe Hohlweg, Franco Salviola et Hugh Thomas faisaient partie de son comité d'organisation. François Bergeron et Christophe Reutenauer furent invités à donner des conférences dans le cadre de cet atelier. Finalement, Christophe Hohlweg était l'un des organisateurs du 78^e Séminaire Lotharingien de Combinatoire, qui eut lieu à Ottrott (en France) du 26 au 29 mars 2017.



NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du LaCIM ont supervisé ou cosupervisé 21 étudiants de maîtrise, 21 étudiants de doctorat et 11 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Christophe Hohlweg (UQAM)

MEMBRES RÉGULIERS

Sylvie Hamel (Montréal)

Anne Bergeron, François Bergeron, Alexandre Blondin Massé, Srečko Brlek, Gilbert Labelle, Vladimir Makarenkov, Christophe Reutenauer, Franco Saliola, Hugh Thomas (UQAM)

Ibrahim Assem, Thomas Brüstle, Shiping Liu (Sherbrooke)

Benoît Larose (Champlain Regional College)

Cédric Chauve, Marni Mishna (Simon Fraser)

MEMBRES ASSOCIÉS

Odile Marcotte, Timothy Walsh (UQAM)

Aïda Ouangraoua (Sherbrooke)

Nantel Bergeron (York)

Xavier Provençal (Savoie Mont Blanc)

Vincent Pilaud (LIX)

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

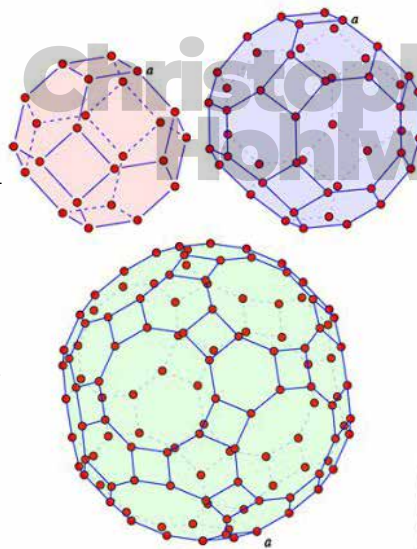
Le Laboratoire de mathématiques appliquées du CRM est un réseau basé à Montréal, incluant des mathématiciens appliqués, des ingénieurs, des informaticiens et des chimistes. La raison d'être du laboratoire est de stimuler la recherche et la collaboration dans les domaines des mathématiques appliquées où travaillent ses membres, en favorisant les échanges et la création d'idées par la tenue de conférences, d'ateliers et de séminaires, et en accueillant des visiteurs et des stagiaires postdoctoraux de talent. Le laboratoire prend à cœur la formation de stagiaires postdoctoraux et soutient donc les voyages à but scientifique effectués par ceux-ci et leur participation à des congrès.

Les intérêts des membres du laboratoire sont diversifiés mais des thèmes communs permettent aux membres d'avoir des collaborations stimulantes. Parmi les domaines de recherche représentés au laboratoire, mentionnons, par exemple, l'application de la théorie des systèmes dynamiques aux phénomènes complexes, au chaos et à la biologie. Plusieurs chercheurs du laboratoire s'intéressent à l'algèbre linéaire numérique et ses applications, incluant la conception, l'analyse et l'implantation d'algorithmes efficaces. Collectivement les membres du laboratoire possèdent une expertise dans les domaines suivants: simulation numérique, systèmes dynamiques appliqués, chimie quantique, turbulence, combustion, biomécanique, méthodes numériques en mécanique des fluides et électromagnétisme, versions hp des méthodes d'éléments finis, dynamique moléculaire, théorie du contrôle, optimisation, préconditionneurs et problèmes de valeurs propres à grande échelle. Le laboratoire organise un séminaire régulier en mathématiques appliquées.

FAITS SAILLANTS

Le Séminaire de mathématiques appliquées a accueilli plusieurs chercheurs éminents, en particulier James Burke (Washington), Michael Overton (NYU), Yuri Grabovsky (Temple), Leon Glass (McGill), Andre Wibisono (Wisconsin-Madison), Morgan Craig (Harvard), Jonathan Touboul (INRIA et Collège de France) et Dehua Wang (Pittsburgh). Pascal Poulet (Université des Antilles) a passé une année au laboratoire et Pierre Maréchal (Toulouse III) y a passé un mois. Deux membres du laboratoire, André Bandrauk et Emmanuel Lorin, organisèrent un atelier au centre BIRS sur les méthodes mathématiques et numériques pour la mécanique quantique dépendante du temps.

Beaucoup de membres du laboratoire donnèrent des conférences prestigieuses. Par exemple, Rustum Choksi fut conférencier semi-plénier au Congrès mathématique des Amériques 2017 (à Montréal) et donna une série de conférences à la *Ninth Summer School in Analysis and Applied Mathematics* (Roma La Sapienza, juin 2017). Adam Oberman donna des conférences invitées dans le cadre de congrès à Georgia Tech, BIRS Mexico, FoCM (Barcelone), l'Institut Courant, l'Université du Maryland et UCLA. Jean-Christophe Nave donna des conférences à Waterloo, l'Illinois Institute of Technology et Shanghai. Il reçut aussi la prestigieuse *Yinzi Fellowship* pour une visite de longue durée à l'Université Jiao Tong de Shanghai. André Bandrauk fut nommé Scientifique visiteur de la Fondation Humboldt à l'Université technique de Munich et au Max-Born-Institut de Berlin. Des membres du laboratoire font partie de comités de rédaction de revues de premier plan: par exemple, Rustum Choksi fait partie du comité de rédaction du *Journal of Nonlinear Science* et Adam Oberman du comité de rédaction de la revue *Mathematics of Computation*.



Le laboratoire de mathématiques appliquées a un nouveau membre, Tim Hoheisel (un expert en analyse convexe et optimisation de renommée mondiale), et un nouveau stagiaire postdoctoral, Yann-Meing Law-Kam-Cio. Les stagiaires postdoctoraux David Shirokoff, Andy Wan, Xin Yang Lu et Ihsan Topaloglu ont obtenu (respectivement) des postes de professeurs dans les universités suivantes: NJIT, Lakehead, UNBC et Virginia Commonwealth. Tiago Salvador, qui reçut un soutien financier du laboratoire pendant ses études de doctorat, a obtenu un stage postdoctoral de trois ans à la University of Michigan. Badal Yadav, qui reçut un soutien financier pendant ses études de maîtrise, a été embauché par Microsoft Azure et Olivier Mercier (qui reçut un soutien pendant ses études de maîtrise et de doctorat) a été embauché par Oculus.

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du laboratoire de mathématiques appliquées ont supervisé ou cosupervisé 17 étudiants de maîtrise, 29 étudiants de doctorat et 7 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Adam Oberman (McGill)

MEMBRES RÉGULIERS

Jacques Bélair, Robert G. Owens (Montréal)

Peter Bartello, Peter Edwin Caines, Xiao-Wen Chang, Rustum Choksi, Antony R. Humphries, Jean-Christophe Nave, Bruce Shepherd, Gantumur Tsogtgerel, Adrian Vetta (McGill)

Eusebius J. Doedel (Concordia)

André D. Bandrauk (Sherbrooke)

Emmanuel Lorin (Carleton)

MEMBRES ASSOCIÉS

Sherwin A. Maslowe, Jian-Jun Xu (McGill)

Jean-Philippe Lessard (Laval)

MILA INSTITUT DES ALGORITHMES D'APPRENTISSAGE DE MONTRÉAL

Le MILA (*Montreal Institute for Learning Algorithms*, en anglais) fut fondé par le professeur Yoshua Bengio. Il regroupe une dizaine de professeurs, presque 100 étudiants et une dizaine d'employés à temps plein dont une directrice exécutive, un chef du développement logiciel et six spécialistes programmeurs, une agente financière et une technicienne de bureau. Ses membres ont développé une expertise en réseaux profonds (autant discriminants que génératifs) et leurs applications en vision, parole et langue naturelle. L'institut est reconnu mondialement pour ses nombreuses percées dans le développement de nouveaux algorithmes d'apprentissage des réseaux profonds et leurs applications à de nombreux domaines. Parmi ces domaines, mentionnons (entre autres) la modélisation de la langue naturelle, la traduction automatique, la reconnaissance d'objets, les modèles génératifs avec sorties structurées et la reconnaissance des langues naturelles. La mission du MILA est de rassembler les chercheurs dans le domaine de l'apprentissage profond, de proposer une plateforme de collaboration et de codirection, de partager les ressources humaines ainsi que ses grappes de calcul, et d'être un pont de transfert technologique pour les compagnies désirant profiter des opportunités d'affaires fournies par les algorithmes d'apprentissage automatique.

Nos séminaires sont généralement présentés tous les vendredis à l'Université de Montréal par des chercheurs externes de renom venant autant de l'industrie que du monde universitaire et par nos étudiants: les conférenciers présentent leurs découvertes les plus récentes. Chaque année, le MILA reçoit plus d'une trentaine de conférenciers invités.

FAITS SAILLANTS

L'excellence du MILA s'est confirmée ces dernières années avec des avancées significatives en apprentissage automatique, entre autres dans la théorie et l'optimisation de l'apprentissage profond, l'apprentissage par renforcement, la théorie de l'apprentissage statistique, l'apprentissage de représentations non supervisé, les modèles génératifs et modèles graphiques, les réseaux de neurones récurrents, le méta-apprentissage ou encore dans les techniques d'inférence statistique, de prédiction structurée et d'optimisation. En outre, les recherches dans le rapprochement avec les neurosciences ont considérablement progressé, avec la création d'un algorithme de propagation d'équilibre, présenté dans un article de B. Scellier et Y. Bengio. Cet algorithme repense l'algorithme d'optimisation le plus utilisé dans le domaine afin d'imiter la manière dont le cerveau humain raisonne.

Des découvertes du MILA dans le domaine médical, l'un de ses domaines phares, sont sur le point de faire leur entrée dans les hôpitaux, grâce à la jeune pousse Imagia qui utilise des réseaux profonds pour détecter les cellules cancéreuses. Le traitement de la langue naturelle, un autre domaine de pointe du MILA, a atteint un degré de maturité permettant la commercialisation de certaines de ses applications. Par exemple, la jeune pousse Lyrebird (émanant du MILA) va commercialiser

l'imitation de la voix d'une personne à partir d'un court échantillon de parole. Le laboratoire du professeur Yoshua Bengio est reconnu sur la scène internationale et est devenu l'un des plus grands centres de recherche universitaires en apprentissage profond du monde. À la fin de 2016, l'équipe du MILA fut l'un des 12 groupes d'experts sélectionnés (parmi une centaine de groupes provenant de 22 pays différents) pour participer au Prix Amazon Alexa sur les robots de conversation; l'équipe du MILA était la seule équipe canadienne parmi les finalistes.

Cette popularité retentissante attire les investisseurs publics et privés qui comprennent le potentiel colossal de ce nouvel écosystème animé par le MILA. Les géants technologiques tels que Google, Microsoft et Facebook ont ouvert à Montréal leurs propres laboratoires pour jouir de la proximité du MILA et contribuer à la recherche avec le MILA. Les gouvernements fédéral et provincial ont promis 125 et 100 millions de dollars respectivement pour soutenir la communauté canadienne et québécoise dans le domaine de l'intelligence artificielle. Devenu un organisme à but non lucratif en juillet 2017, le MILA voit ainsi sa mission s'élargir. Outre le maintien d'une recherche de pointe, le transfert technologique devient l'une de ses priorités, ainsi que l'engagement de garantir une intelligence artificielle éthique et socialement responsable. Le dévouement sans faille du professeur Bengio a été reconnu par Radio-Canada qui l'a couronné Scientifique de l'année 2017.

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du MILA ont supervisé ou cosupervisé 29 étudiants de maîtrise, 42 étudiants de doctorat et 12 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Yoshua Bengio (Montréal)

MEMBRES RÉGULIERS

Aaron Courville, Simon Lacoste-Julien,
Roland Memisevic, Pascal Vincent (Montréal)

Christopher Pal (Polytechnique Montréal)

Laurent Charlin (HEC Montréal)

Doina Precup, Joëlle Pineau (McGill)

MEMBRE ASSOCIÉ

Alain Tapp (Montréal)

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE

Le groupe de physique mathématique représente une des forces traditionnelles du CRM et est un de ses laboratoires les plus anciens et les plus actifs. Il comporte une vingtaine de membres réguliers, une dizaine de membres associés locaux (tous professeurs à temps plein dans l'une des universités partenaires du CRM), et des membres associés externes travaillant de façon permanente dans des universités ou laboratoires de recherche en Europe, aux États-Unis ou au Mexique. Le laboratoire effectue de la recherche dans les domaines les plus actifs de la physique mathématique, à savoir: les systèmes non linéaires cohérents en mécanique des fluides, optique et physique des plasmas; les systèmes intégrables classiques et quantiques; la théorie spectrale des matrices aléatoires; la percolation; la théorie des champs conformes; la mécanique statistique quantique; la théorie spectrale et de diffusion des opérateurs de Schrödinger aléatoires; les quasicristaux; la relativité; les méthodes de transformation spectrale; le comportement asymptotique des états propres; les questions fondamentales en quantification; l'asymptotique des états propres; les états cohérents; les ondelettes; la supersymétrie; l'analyse des symétries des équations aux dérivées partielles et des équations aux différences finies; la théorie de représentation des groupes de Lie et des groupes quantiques; et la structure mathématique des théories des champs classiques et quantiques.

Le laboratoire organise un séminaire régulier de physique mathématique qui se tient en général le mardi après-midi au CRM.

FAITS SAILLANTS

En 2016–2017, William Witzak-Krempa (Montréal) et Simon Caron-Huot (McGill) furent élus membres réguliers du laboratoire de physique mathématique et Sarah Harrison (McGill) et Ferenc Balogh (John Abbot College) sont devenus membres associés du laboratoire. Plusieurs prix, distinctions et nominations furent décernés à des membres du laboratoire. Par exemple, Luc Vinet fut nommé officier de l'Ordre national du Québec, William Witzak-Krempa obtint une chaire de recherche du Canada de niveau 2 en transitions de phase quantiques, et la médaille Gribov 2017 de la Société européenne de physique fut décernée à Simon Caron-Huot. Michel Grundland fut professeur visiteur à la Fondation mathématique Jacques Hadamard en juin 2016 et John Harnad un chercheur invité à l'IHES et l'IHP de janvier à juin 2017. Des membres du laboratoire organisèrent des conférences et ateliers; en particulier plusieurs membres du laboratoire (Ferenc Balogh, Véronique Hussin, Decio Levi, Raphaël Verge-Rebelo et Pavel Winternitz) organisèrent ASIDE (du 27 juin au 1^{er} juillet 2016) ou SIDE12 (du 3 au 9 juillet 2016), deux événements déjà mentionnés dans la section du présent rapport sur les autres activités du CRM.



Les membres du laboratoire donnèrent aussi beaucoup de conférences invitées dans le cadre de congrès internationaux. En voici quelques exemples. Marco Bertola et John Harnad donnèrent tous les deux des conférences invitées pendant un atelier sur les équations de Painlevé et la dynamique discrète (BIRS, du 2 au 7 octobre 2016). John Harnad et Dmitry Korotkin donnèrent tous les deux des conférences invitées au *5th Workshop on Combinatorics of Moduli Spaces, Hurwitz Spaces and Cohomological Field Theories* (Moscou, du 6 au 11 juin 2016). Robert Brandenberger fut conférencier invité à un atelier sur l'espace-temps émergent en gravité quantique et cosmologie fondamentale (Institut Albert Einstein, Allemagne, du 26 au 29 septembre 2016). Jacques Hurtubise donna une conférence invitée dans le cadre de l'atelier Hitchin 70 (Madrid, du 12 au 16 septembre 2016) et une autre conférence lors d'un atelier sur la géométrie complexe au centre ICTS (Bangalore, du 20 au 25 mars 2017). Véronique Hussin donna une conférence invitée au congrès Quantum Fest 2016 (Mexico, du 17 au 21 octobre 2016).

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du laboratoire de physique mathématique ont supervisé ou cosupervisé 6 étudiants de premier cycle, 15 étudiants de maîtrise, 35 étudiants de doctorat et 12 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

John Harnad (Concordia)



MEMBRES RÉGULIERS

Véronique Hussin, Manu B. Paranjape, Jiří Patera, Yvan Saint-Aubin, Luc Vinet, Pavel Winternitz (Montréal)

Robert Brandenberger, Keshav Dasgupta, Jacques Hurtubise, Alexander Maloney (McGill)

Marco Bertola, Richard L. Hall, Dmitry Korotkin (Concordia)

Pierre Mathieu (Laval)

Vasilisa Shramchenko (Sherbrooke)

Alfred Michel Grundland (UQTR)

Johannes Walcher (Heidelberg)

MEMBRES ASSOCIÉS

Alexander J. Hariton, François Lalonde, Igor Loutsenko, William Witzak-Krempa (Montréal)

Simon Caron-Huot, Sarah Harrison, Dmitry Jakobson, Vojkan Jakšić, Niky Kamran, John A. Toth (McGill)

Chris J. Cummins, Alexander Shnirelman (Concordia)

Stéphane Durand (Cégep Édouard-Montpetit)

Robert Conte, Bertrand Eynard (CEA-Saclay)

Jean-Pierre Gazeau (Paris Diderot)

Alexander R. Its (IUPUI)

Decio Levi (Roma Tre)

Robert Seiringer (IST Austria)

Alexander Turbiner (UNAM, Mexico)

Peter Zograf (Institut Steklov, Saint-Pétersbourg)

PHYSNUM

Les mathématiques appliquées jouent maintenant un rôle très important dans le domaine biomédical en général et les neurosciences en particulier. Les activités de recherche du laboratoire PhysNum (où « PhysNum » est une abréviation de « physique numérique ») ont deux thèmes importants: la pharmacométrie et l'imagerie cérébrale. En particulier Jean-Marc Lina et Habib Benali travaillent en imagerie multimodale de la moelle épinière, Lina et Christophe Grova sur la multirésolution et l'imagerie multimodale en magnéto-électrophysiologie, et Benali et Maxime Descoteaux sur des modèles de la connectivité anatomique et fonctionnelle du cerveau. De plus Grova étudie des modèles neurovasculaires pour l'épilepsie et Lina des représentations éparses, des problèmes inverses, la synchronisation des ondes cérébrales et des processus indépendants de l'échelle en électrophysiologie.

Fahima Nekka et son équipe font de la recherche en pharmacométrie, une discipline ayant pour but de décrire et d'interpréter les phénomènes pharmacologiques de façon quantitative, afin d'appuyer des décisions thérapeutiques rationnelles et d'améliorer la santé des patients. L'équipe de Fahima Nekka a développé un cadre pour la pharmacométrie probabiliste qui prend en compte différentes sources de variabilité et la non linéarité du système. L'équipe travaille sur des métriques pour la prise médicamenteuse et sur des problèmes directs et inverses concernant le comportement médicamenteux du patient et les effets thérapeutiques des médicaments. Les outils conçus par cette équipe éclairent d'un jour nouveau le développement des médicaments et leur évaluation, rénovent des concepts classiques de pharmacologie et permettent de concevoir des modèles pour l'interaction entre médicaments.

FAITS SAILLANTS

Le laboratoire PhysNum a poursuivi ses activités relativement aux mathématiques appliquées en neurosciences et en pharmacologie dynamique. C. Grova travaille dans le domaine des problèmes inverses et de la localisation de l'activité cérébrale. J.-M. Lina travaille aussi dans ce domaine, en collaboration avec B. Torresani et M.-C. Roubaud (Aix-Marseille), qui furent visiteurs au CRM en 2016. J.-M. Lina fait également des recherches en analyses multifractales et électrophysiologie, en collaboration avec S. Jaffard (Paris-Est Créteil Val-de-Marne), P. Abry (CNRS, Physique ÉNS-Lyon) et H. Wendt (CNRS, IRIT). M. Descoteaux, titulaire d'une chaire institutionnelle de recherche en neuroinformatique à l'Université de Sherbrooke depuis le 1^{er} avril 2017, poursuit des recherches sur les problèmes inverses et le transfert d'information sur les fibres de matière blanche, en collaboration avec J.-M. Lina. Les travaux de K. Jerbi portent sur l'apprentissage profond et les neurosciences; PhysNum inclut d'ailleurs un chercheur postdoctoral dans ce domaine, Tarek Lajnef.

Le programme de recherche de Fahima Nekka porte sur des besoins précis et de grandes opportunités dans le domaine du développement des médicaments. Ses bases théoriques sont solides et fournissent des méthodologies de quantification pour appuyer des décisions thérapeutiques rationnelles et améliorer la santé des patients. Les projets de Fahima Nekka couvrent beaucoup de domaines, incluant la chimiothérapie, le VIH, le TDAH et les antibiotiques, et leurs résultats peuvent être utilisés dans le domaine de la santé sous diverses formes: par exemple, une application web pour le traitement du TDAH, une plateforme automatisant le choix d'une stratégie d'échantillonnage limité pour les immunosuppresseurs et une approche basée sur la pharmacologie quantitative des systèmes pour prédire le risque d'un échec virologique et l'émergence de la résistance aux médicaments dans le traitement du VIH. Dans le cadre du congrès *19th European Conference on Mathematics for Industry* (Santiago de Compostela, du 13 au 17 juin 2016), Fahima Nekka a organisé une session spéciale intitulée *Towards Translational Pharmacology: The Fair Share of Mathematical Sciences*.

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres de PhysNum ont supervisé ou cosupervisé 17 étudiants de maîtrise, 24 étudiants de doctorat et 9 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Jean-Marc Lina (ÉTS)

MEMBRES RÉGULIERS

Karim Jerbi, Fahima Nekka (Montréal)

Frédéric Lesage (Polytechnique Montréal)

Habib Benali, Christophe Grova (Concordia)

Maxime Descoteaux (Sherbrooke)

Alain Arnéodo (Laboratoire de physique, ENS Lyon)

LABORATOIRE DE PROBABILITÉS

En 2014, le CRM créa un nouveau laboratoire, consacré à la théorie des probabilités (appelé aussi Groupe de probabilités de Montréal). Les membres du laboratoire ont des intérêts de recherche théoriques et appliqués en probabilités continues et discrètes. Ils s'occupent particulièrement de concevoir et d'analyser des modèles probabilistes de phénomènes concrets en physique, biologie, statistique et informatique. La création du laboratoire de probabilités est une conséquence naturelle du haut niveau de la recherche en probabilités dans la région montréalaise.

FAITS SAILLANTS

Des membres du laboratoire de probabilités co-organisèrent le semestre thématique du CRM sur les méthodes probabilistes en géométrie, topologie et théorie spectrale (voir la section du présent rapport sur les programmes thématiques du CRM). Plus spécialement, ils organisèrent les ateliers *Méthodes probabilistes en géométrie spectrale et EDP* (en août 2016) et *Problèmes de croissance aléatoire et matrices aléatoires* (en septembre 2016). Lea Popovic fut l'un des organisateurs de la *SouthEastern Probability Conference 2017* (Durham, NC): la conférence portait sur les systèmes de particules en interaction. Elle fut aussi membre du comité de programme du *World Congress of the Bernoulli Society/IMS Meeting* (Toronto, juillet 2016).

Le laboratoire accueillit deux nouveaux membres en 2016–2017: Jessica Lin, professeure adjointe à l'Université McGill, et Jean-François Coeurjolly, professeur à l'UQAM (qui est également membre du laboratoire de statistique). Janosch Ortmann devint membre régulier du laboratoire après avoir obtenu un poste de professeur à l'UQAM. Lea Popovic devint représentante de l'IMS au sein du *Joint Committee on Women in the Mathematical Sciences*; elle fut aussi nommée rédacteur associé pour la revue SIAM et membre du groupe d'évaluation pour les subventions à la découverte du CRSNG.

Les membres du laboratoire organisent un séminaire régulier de probabilités.

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016–2017, les membres du Groupe de probabilités de Montréal ont supervisé ou cosupervisé 10 étudiants de maîtrise, 18 étudiants de doctorat et 4 stagiaires postdoctoraux.



DIRECTRICE

Lea Popovic (Concordia)

MEMBRES RÉGULIERS

Alexander Fribergh, Sabin Lessard (Montréal)

Louigi Addario-Berry, Linan Chen, Luc Devroye, Bruce A. Reed (McGill)

Wei Sun, Xiaowen Zhou (Concordia)

Aaron Smith (Ottawa)

Donald A. Dawson (Carleton)

Louis-Pierre Arguin (Baruch College, CUNY)

MEMBRES ASSOCIÉS

Andrew Granville (Montréal)

Dmitry Jakobson, Vojkan Jakšić (McGill)

Marco Bertola (Concordia)

QUANTACT LABORATOIRE DE MATHÉMATIQUES ACTUARIELLES ET FINANCIÈRES

Quantact est le laboratoire de mathématiques actuarielles et financières du CRM, c'est-à-dire que ses membres conçoivent et utilisent des méthodes de la statistique et la théorie des probabilités pour analyser les problèmes ayant un impact financier sur la société. Les membres du Quantact travaillent en particulier sur les thèmes suivants: théorie de la ruine, tarification et provisionnement en assurance IARD, solvabilité des institutions financières, tarification et couverture des rentes variables et des produits d'assurance liés au marché, modélisation du risque de longévité et de mortalité, quantification de l'impact des catastrophes naturelles, modèles de dépendance, modélisation de la fréquence et de la gravité des catastrophes, contrôle stochastique des processus de risque, optimisation stochastique, et analyse statistique des mégadonnées en assurance.

FAITS SAILLANTS

Pendant l'année 2016-2017, le laboratoire Quantact du CRM a organisé ou co-organisé plus d'une quinzaine de demi-journées de séminaire avec des invités aussi bien du Québec (Université Laval, HEC Montréal, etc.) qu'étrangers (États-Unis, Belgique, Portugal, etc.). Ces activités se sont déroulées (à tour de rôle) à l'Université Laval, à l'Université de Montréal, à l'Université Concordia et à l'Université du Québec à Montréal.

Le 24 mars 2017, le laboratoire Quantact a aussi organisé un atelier thématique sur les assurances incendie, accidents et risques divers (I.A.R.D.) à l'Université Concordia. Cet atelier a réuni 27 participants (étudiants, professeurs et représentants de l'industrie) et inclus trois conférences, données par des chercheurs de l'Université McGill, de la University of Wisconsin-Madison et de la KU Leuven (respectivement). Finalement le laboratoire a participé à l'organisation



du 6^e Atelier des étudiants des cycles supérieurs en actuariat et mathématiques financières (à l'Université du Québec à Montréal).

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016-2017, les membres de Quantact ont supervisé ou cosupervisé 2 étudiants de premier cycle, 36 étudiants de maîtrise, 17 étudiants de doctorat et 7 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Mathieu Boudreault (UQAM)

MEMBRES RÉGULIERS

Maciej Augustyniak, Manuel Morales (Montréal)

Jean-Philippe Boucher, Arthur Charpentier, Anne MacKay, Mathieu Pigeon, Jean-François Renaud, Alexandre Roch (UQAM)

Patrice Gaillardetz, José Garrido, Cody Hyndman, Mélina Mailhot (Concordia)

Hélène Cossette, Étienne Marceau (Laval)

Chantal Labbé (HEC Montréal)

STATISTIQUE

Les méthodes et le raisonnement statistiques jouent un rôle considérable pour l'avancement des connaissances. Que ce soit dans les enquêtes par sondages ou la mesure d'indicateurs socio-économiques, les essais cliniques pour comparer différents traitements biomédicaux ou l'étude de la survie d'une population animale en écologie, la statistique est omniprésente dans les sciences. La statistique connaît une révolution dans ses techniques et son approche, stimulée par le traitement de jeux de données gigantesques et d'une complexité sans cesse croissante, mais aussi par des moyens informatiques puissants. La science statistique s'attaque maintenant à des problèmes complexes, par exemple l'analyse des images du cerveau ou des données provenant du génome. Elle développe de nouvelles méthodes, tel le forage de données (*data*)

Éric Marchand



mining), pour traiter des jeux de données de très grande taille. Dans ce sens, le côté computationnel est en émergence, mais l'aspect mathématique demeure bien sûr au cœur de la discipline.

La gamme de domaines d'application est très vaste et le laboratoire inclut notamment des chercheurs en biostatistique. L'existence du laboratoire permet de structurer la communauté statistique québécoise alors qu'elle s'engage dans cette révolution, à un moment où le corps professoral se renouvelle de façon importante. Cette structure permet à la communauté québécoise de participer à des programmes pancanadiens organisés par les trois instituts de mathématiques du Canada, tel l'Institut canadien des sciences statistiques (INCASS). Le laboratoire inclut les chefs de file de l'école statistique québécoise, qui travaillent sur des sujets tels l'apprentissage statistique et les réseaux neuronaux, les méthodes d'enquête, l'analyse de données fonctionnelles, l'analyse statistique d'images, les structures de dépendance, l'analyse bayésienne, l'analyse de séries chronologiques et de données financières et les méthodes de ré-échantillonnage.

Les membres du laboratoire de statistique organisent quatre séminaires réguliers: le séminaire de statistique de l'Université McGill, le séminaire de statistique de l'Université Laval, le séminaire de statistique de l'Université de Sherbrooke et le séminaire de biostatistique de Montréal.

FAITS SAILLANTS

Plusieurs membres du laboratoire de statistique ont organisé ou co-organisé des réunions scientifiques d'envergure financées par le CRM et le laboratoire de statistique, dont l'Atelier de maillage industriel en analyse de données (organisé par Thierry Duchesne à l'Université Laval en janvier 2017), une Rencontre printanière du laboratoire de statistique du CRM (organisée par Louis-Paul Rivest et Éric Marchand à l'Université Laval en mai 2017), l'Atelier sur les processus ponctuels spatiaux (organisé par Jean-François Coeur-

jolly à l'UQAM en juin 2017), le Colloque R à Québec (organisé par Anne-Sophie Charest à l'Université Laval) et un Atelier sur l'hydrologie statistique (organisé par Fateh Chebana à Québec en septembre 2016).

De nombreux membres du laboratoire de statistique ont été honorés ou occupent des postes de responsabilité qui témoignent de leur compétence et de leur rayonnement scientifique sur les scènes nationale et internationale. En voici quelques exemples: Robert Platt est président-élu de la Société statistique du Canada, Christian Genest est rédacteur-en-chef du *Journal of Multivariate Analysis*, Debbie Dupuis et Christian Léger furent élus Fellow de l'*American Statistical Association (ASA)*, Alexandra Schmidt a reçu la *Distinguished Achievement Medal* de la section *Statistics and the Environment* de l'ASA, Yoshua Bengio a été élu membre de la Société royale du Canada et nommé officier de l'Ordre du Canada et une chaire de recherche du Canada de niveau 1 fut attribuée pour une troisième fois à Louis-Paul Rivest.

Le laboratoire de statistique soutient quatre séminaires réguliers, comme il a été mentionné ci-dessus. En tout, près de 80 conférenciers ont fait des présentations pendant ces séminaires au cours de l'année 2016-2017.

NOMBRES D'ÉTUDIANTS

En 2016-2017, les membres du laboratoire de statistique ont supervisé ou cosupervisé un étudiant de premier cycle, 114 étudiants de maîtrise, 102 étudiants de doctorat et 27 stagiaires postdoctoraux.

DIRECTEUR

Éric Marchand (Sherbrooke)

MEMBRES RÉGULIERS

Jean-François Angers, Mylène Bédard, Yoshua Bengio, Martin Bilodeau, Pierre Duchesne, David Haziza, Christian Léger, Alejandro Murua, François Perron, Mireille Schnitzer (Montréal)

Juli Atherton, Jean-François Coeurjolly, Sorana Froda, Simon Guillotte, Fabrice Larribe, Geneviève Lefebvre, Brenda MacGibbon, Karim Oualkacha (UQAM)

Masoud Asgharian, Christian Genest, Abbas Khalili, Erica E. M. Moodie, Johanna Nešlehová, Robert W. Platt, James O. Ramsay, Paramita Saha Chaudhuri, Alexandra M. Schmidt, Russell Steele, David A. Stephens, David B. Wolfson (McGill)

Yogendra P. Chaubey, Arusharka Sen (Concordia)

Belkacem Abdous, Anne-Sophie Charest, Thierry Duchesne, Lajmi Lakhil Chaieb, Khader Khadraoui, Louis-Paul Rivest (Laval)

Taoufik Bouezmarni (Sherbrooke)

Vahid Partovi Nia (Polytechnique Montréal)

Debbie J. Dupuis, Aurélie Labbe, Bruno Rémillard (HEC Montréal)

Fateh Chebana (INRS-ETE)

MEMBRE ASSOCIÉ

Nadia Ghazzali (UQTR)



PRIX DU CRM

Le CRM confère chaque année quatre prix (parmi les huit grands prix nationaux en sciences mathématiques): le prix CRM–Fields–PIMS (un prix conjoint des trois instituts de mathématiques canadiens), le prix André-Aisenstadt décerné par le CRM à un jeune chercheur vedette du Canada, le prix de physique théorique octroyé conjointement par le CRM et l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (ACP) et le prix pour chercheurs en début de carrière octroyé par le CRM et la Société statistique du Canada (SSC).

Les lauréats des prix pour 2017 sont respectivement: Henri Darmon (McGill), Jacob Tsimerman (Toronto), Raymond Laflamme (Waterloo) et Lei Sun (Toronto).

50



Henri Darmon

LES PRIX DU CRM

LE PRIX CRM–FIELDS–PIMS 2017 EST DÉCERNÉ À HENRI DARMON

Le professeur Henri Darmon de l'Université McGill est le lauréat 2017 du prix CRM–Fields–PIMS. H. Darmon est un des chefs de file de sa génération en théorie des nombres. Il possède un bilan exceptionnel de contributions profondes et hautement influentes en théorie arithmétique des courbes elliptiques, y compris sa récente percée sur la conjecture de Birch et Swinnerton-Dyer.

Il est également un mentor exceptionnel auprès des étudiants et un citoyen exemplaire pour la communauté mathématique. H. Darmon a obtenu son doctorat en mathématiques de l'Université Harvard en 1991. Il est titulaire d'une chaire James-McGill en mathématiques depuis 2005 et membre de la Société royale du Canada depuis 2003.

LE PRIX CRM–FIELDS–PIMS

Ce prix a été créé en 1994, sous l'étiquette CRM–Fields, pour souligner des réalisations exceptionnelles en sciences mathématiques. En 2005, le PIMS s'est joint sur un pied d'égalité aux deux autres instituts pour l'attribution du prix qui est alors devenu le prix CRM–Fields–PIMS. Le récipiendaire est choisi par un comité dont les membres sont nommés par les trois instituts.

Les précédents récipiendaires du prix CRM–Fields–PIMS sont H.S.M. (Donald) Coxeter (1995), George A. Elliott (1996), James Arthur (1997), Robert V. Moody (1998), Stephen A. Cook (1999), Israel Michael Sigal (2000), William T. Tutte (2001), John B. Friedlander (2002), John McKay (2003), Edwin Perkins (2003), Donald A. Dawson (2004), David Boyd (2005), Nicole Tomczak-Jaegermann (2006), Joel S. Feldman (2007), Allan Borodin (2008), Martin Barlow (2009), Gordon Slade (2010), Marc Lewis (2011), Stevo Todorčević (2012), Bruce Reed (2013), Niky Kamran (2014), Kai Behrend (2015) et Daniel Wise (2016).

51



Jacob Tsimerman

LE PRIX ANDRÉ-AISENSTADT 2017 EST DÉCERNÉ À JACOB TSIMERMAN

Six ans seulement après l'obtention de son doctorat, le professeur Jacob Tsimerman de l'Université de Toronto est devenu un mathématicien hors pair dont le travail à l'interface de la théorie de la transcendance, de la théorie analytique des nombres et de la géométrie arithmétique démontre de remarquables qualités de créativité et de perspicacité.

En plus d'être un chercheur brillant et innovateur, Tsimerman est un excellent enseignant et conférencier. Il est très actif dans la promotion des mathématiques, en particulier comme entraîneur de l'équipe canadienne participant à l'Olympiade internationale de mathématiques (OIM). Il préside d'ailleurs le comité canadien de l'OIM.

LE PRIX ANDRÉ-AISENSTADT

Le prix de mathématiques André-Aisenstadt souligne des résultats exceptionnels de recherche en mathématiques pures ou appliquées obtenus par un jeune mathématicien canadien ou une jeune mathématicienne canadienne. Le récipiendaire est choisi par le Comité scientifique international du CRM. Les candidats doivent être citoyens canadiens ou résidents permanents du Canada et avoir terminé leur doctorat sept ans (ou moins de sept ans) auparavant. Le récipiendaire est invité à prononcer une conférence au CRM et à présenter un résumé de ses travaux pour publication dans le Bulletin du CRM.

Les précédents récipiendaires du prix André-Aisenstadt sont Niky Kamran (1992), Ian Putnam (1993), Michael Ward (1995), Nigel Higson (1995), Adrian S. Lewis (1996), Lisa Jeffrey (1997), Henri Darmon (1997), Boris Khesin (1998), John Toth (1999), Changfeng Gui (2000), Eckhard Meinrenken (2001), Jinyi Chen (2002), Alexander Brudnyi (2003), Vinayak Vatsal (2004), Ravi Vakil (2005), Iosif Polterovich (2006), Tai-Peng Tsai (2006), Alexander E. Holroyd (2007), Gregory G. Smith (2007), József Solymosi (2008), Jonathan Taylor (2008), Valentin Blomer (2009), Omer Angel (2010), Joel Kamnitzer (2011), Marco Gualtieri (2012), Young-Heon Kim (2012), Spyros Alexakis (2013), Sabin Cautis (2014), Louis-Pierre Arguin (2015) et Anne Broadbent (2016).

LE PRIX ACP-CRM 2017 EST DÉCERNÉ À RAYMOND LAFLAMME

Raymond Laflamme a fait son doctorat sur des aspects de la relativité générale et la cosmologie quantique au département de mathématiques appliquées et de physique théorique (DAMTP) de l'Université de Cambridge, sous la direction du professeur Stephen Hawking. De 1992 à 2001, M. Laflamme a travaillé comme chercheur au Laboratoire national de Los Alamos, où ses intérêts allèrent de la cosmologie à l'informatique quantique. Ses travaux dans ce nouveau domaine ont porté sur la façon de rendre plus réalistes les processeurs d'information quantique.

Raymond Laflamme est titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'information quantique et professeur au département de physique et d'astronomie de l'Université de Waterloo. Il est l'auteur ou le coauteur de plus de 170 publications universitaires. Il est aussi le coauteur de l'ouvrage *Introduction to Quantum Computing* (2006), avec Michele Mosca et Philip Kaye. M. Laflamme a fondé en 2002 l'*Institute for Quantum Computing* dont il est le directeur général depuis lors.



Raymond Laflamme

LE PRIX ACP-CRM

En 1995, à l'occasion du cinquantenaire de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (ACP), le CRM et l'ACP ont créé un prix conjoint visant à souligner des réalisations exceptionnelles en physique théorique et mathématique.

Les précédents récipiendaires du prix ACP-CRM sont Werner Israel (1995), William G. Unruh (1996), Ian Affleck (1997), J. Richard Bond (1998), David J. Rowe (1999), Gordon W. Semenoff (2000), André-Marie Tremblay (2001), Pavel Winternitz (2002), Matthew Choptuik (2003), Jiří Patera (2004), Robert Myers (2005), John Harnad (2006), Joel S. Feldman (2007), Richard Cleve (2008), Hong Guo (2009), Clifford Burgess (2010), Robert Brandenberger (2011), Luc Vinet (2013), Mark Van Raamsdonk (2014), Charles Gale (2015) et Freddy Cachazo (2016).

LE PRIX CRM-SSC 2017 EST DÉCERNÉ À LEI SUN

Lei Sun est titulaire d'un baccalauréat en mathématiques de l'Université Fudan à Shanghai. Elle a obtenu son doctorat en statistique de la University of Chicago. Sa thèse, supervisée par la professeure Mary Sara McPeck, sur *Two Statistical Problems in Human Genetics*, a été le point de départ d'une carrière en génétique statistique qui lui a valu une renommée internationale. Mme Sun a rejoint l'Université de Toronto en 2001 comme professeure adjointe dans la division de biostatistique de la *Dalla Lana School of Public Health*. En 2014 elle a été promue professeure titulaire, avec une nomination conjointe au département de sciences statistiques et à la division de biostatistique.

La professeure Sun étudie de nouvelles méthodes statistiques et met au point des outils computationnels puissants permettant de mieux comprendre la base génétique de traits humains complexes. Ses travaux ont stimulé le développement de nouvelles voies de recherche en méthodologie statistique et ont largement influencé la recherche en génétique.

LE PRIX CRM-SSC

La SSC, fondée en 1977, se consacre à la promotion de l'excellence dans la recherche en statistique et ses applications. Ce prix prestigieux, conjointement décerné par la SSC et le CRM, est octroyé chaque année à un statisticien canadien en reconnaissance de ses contributions exceptionnelles à la discipline pendant les 15 années suivant l'obtention de son doctorat.

Les précédents récipiendaires du prix CRM-SSC sont Christian Genest (1999), Robert J. Tibshirani (2000), Colleen D. Cutler (2001), Larry A. Wasserman (2002), Charmaine B. Dean (2003), Randy Sitter (2004), Jiahua Chen (2005), Jeffrey Rosenthal (2006), Richard Cook (2007), Paul Gustafson (2008), Hugh Chipman (2009), Grace Y. Yi (2010), Edward Susko (2011), Changbao Wu (2012), Derek Bingham (2013), Fang Yao (2014), Matías Salibián-Barrera (2015) et Radu Craiu (2016).



FOR MA TION

Le mandat du CRM est d'encourager le développement de la recherche mathématique à tous les niveaux. Il contribue donc, grâce à l'organisation de plusieurs activités, à la formation de jeunes chercheurs, la promotion de la recherche mathématique et le développement de l'enseignement des mathématiques. Toutes ces activités sont organisées conjointement avec l'Institut des sciences mathématiques (ISM). Ce dernier a pour mission de coordonner et d'harmoniser les programmes d'études des cycles supérieurs en mathématiques, de soutenir l'excellence de la formation et de stimuler l'intérêt des jeunes pour les sciences mathématiques. La direction de l'ISM est assurée par la professeure Alina Stancu de l'Université Concordia.



LA FORMATION

BOURSES POSTDOCTORALES CRM–ISM

Le programme des bourses postdoctorales CRM–ISM permet à de jeunes chercheurs prometteurs de consacrer la majeure partie de leur temps à leurs travaux de recherche au sein du CRM et des institutions partenaires. Le programme est très compétitif. Les stagiaires postdoctoraux collaborent avec des chercheurs établis, apportent des idées nouvelles et peuvent organiser des groupes de travail sur des sujets de pointe.

Voici la liste des boursiers, avec l'institution et l'année où ils ont obtenu leur doctorat, ainsi que leur(s) superviseur(s) et leur domaine de recherche.

JEFFREY GALKOWSKI

Doctorat: University of California, Berkeley (2015)
Superviseurs: Dmitry Jakobson et John Toth (McGill), Iosif Polterovich (Montréal)
Domaine de recherche: analyse mathématique, géométrie et topologie

STEPHEN LESTER

Doctorat: University of Rochester (2013)
Superviseurs: Chantal David (Concordia), Dimitris Koukouloupoulos (Montréal), Maksym Radziwiłł (McGill)
Domaine de recherche: algèbre et théorie des nombres

JANOSCH ORTMANN

Doctorat: University of Warwick (2012)
Superviseurs: Louigi Addario-Berry (McGill), Marco Bertola, John Harnad et Lea Popovic (Concordia)
Domaine de recherche: physique mathématique, probabilités

REBECCA PATRIAS

Doctorat: University of Minnesota (2016)
Superviseurs: Hugh Thomas et François Bergeron (UQAM)
Domaine de recherche: combinatoire et informatique mathématique

MATTIA RIGHETTI

Doctorat: Università di Genova (2016)
Superviseurs: Dimitris Koukouloupoulos (Montréal), Maksym Radziwiłł (McGill)
Domaine de recherche: algèbre et théorie des nombres

SANCHAYAN SEN

Doctorat: New York University (2014)
Superviseurs: Louigi Addario-Berry (McGill), Alexander Fribergh (Montréal)
Domaine de recherche: probabilités

JAN VOLEC

Doctorat: University of Warwick & Université Paris Diderot (2014)
Superviseurs: Sergey Norin et Hamed Hatami (McGill)
Domaine de recherche: mathématiques discrètes et optimisation

BOURSES D'ÉTÉ DE PREMIER CYCLE CRM–ISM

En collaboration avec le CRM et les professeurs membres de l'ISM, des bourses d'été sont offertes à des étudiants de premier cycle qui désirent faire un stage de recherche en sciences mathématiques afin de poursuivre, éventuellement, des études aux cycles supérieurs. La supervision des boursiers d'été est normalement assurée par des stagiaires postdoctoraux. Voici la liste des boursiers pour l'été 2016.

DAVID AYOTTE (LAVAL)

Jeune chercheur superviseur: Antonio Lei (jeune professeur)
Projet: Calculs numériques des nombres de classes

AMÉLIE COMPAGNA (LAVAL)

Jeune chercheur superviseur: Jean Deteix (jeune professeur)
Projet: Étude comparative de schémas Runge–Kutta d'ordre 2 à 4 pour le modèle de Poisson–Nernst–Planck

CEM GORMEZANO (MCGILL)

Jeune chercheur superviseur: Andy Wan (stagiaire postdoctoral)
Superviseur sénior: Jean-Christophe Nave
Projet: Conservative Discretizations for the Point Vortex Problem on the Plane

DANIEL HUTAMA (MCGILL)

Jeune chercheur superviseur: Stephen Ehlen (stagiaire postdoctoral)
Superviseur sénior: Henri Darmon
Projet: Primes in Arithmetic Progressions

GABRIEL LEMYRE (MONTRÉAL)

Jeune chercheur superviseur: Maciej Augustyniak (jeune professeur)
Projet: Estimation du modèle à volatilité stochastique par l'entremise des modèles à chaîne de Markov cachée

LUIS LEDESMA VEGA (MCGILL)

Jeune chercheur superviseur: Yannick Bonthonneau (boursier postdoctoral CRM–ISM)
Superviseur sénior: Dmitry Jakobson
Projet: Eigenvectors of Elements in $Z(SU(2))$

JULIA LEVESQUE (MONTRÉAL)

Jeune chercheur superviseur: Jean Lagacé (étudiant au doctorat)
Superviseur sénior: Iosif Polterovich
Projet: Spectre de Steklov sur des polygones et des polyèdres



largir pour simplifier

FÉLIX LÉVESQUE-DESROSIERS (LAVAL)

Jeune chercheur superviseur: Nicolas Doyon
(jeune professeur)

Projet: Propagation de la lumière dans des tissus:
modèle de diffusion

FLORENCE MAAS-GARIÉPY (UQAM)

Jeune chercheur superviseur: Nathan Williams
(boursier postdoctoral)

Superviseur sénior: Christophe Hohlweg

Projet: Classification des sous-groupes finis de
réflexions du plan et de l'espace

LARA MALEYEFF (MCGILL)

Jeune chercheur superviseur: Michael Wallace
(stagiaire postdoctoral)

Superviseur sénior: Erica Moodie

Projet: Monte Carlo Sensitivity Analysis for
Unmeasured Confounding

MATHIEU ROUSSEL-LEWIS (MCGILL)

Jeune chercheur superviseur: Xin Yang Lu
(boursier postdoctoral)

Superviseur sénior: Rustom Choksi

Projet: Skill Matching in Optimal Transport

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

XX^E COLLOQUE PANQUÉBÉCOIS DES ÉTUDIANTS DE L'ISM

du 12 au 14 mai 2017, UQTR

60^E CONGRÈS DE L'ASSOCIATION MATHÉMATIQUE DU QUÉBEC

14 et 15 octobre 2016, Cégep Garneau

PROMOTION DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

La revue **Accromath** est produite par l'ISM. Le CRM défraie une partie des coûts de production. Elle paraît deux fois par année et est distribuée gratuitement dans toutes les écoles secondaires et cégeps du Québec. Elle a pour but de fournir un matériel vivant, pertinent et actuel au personnel enseignant de ces institutions. Cette revue a gagné plusieurs prix tant pour son contenu que pour la qualité de son graphisme.

Le CRM et l'ISM soutiennent financièrement le programme Sciences et mathématiques en action (mis sur pied par le professeur Jean-Marie De Koninck) ainsi que l'Association québécoise des jeux mathématiques.

ENCADREMENT D'ÉTUDIANTS

Les chercheurs du CRM encadrent un très grand nombre d'étudiants aux cycles supérieurs. Nous donnons ici des listes d'étudiants supervisés par des membres du CRM et ayant obtenu leur diplôme pendant l'année universitaire 2016–2017. Le nom de l'étudiant est suivi de celui de son directeur (ou de ceux de ses directeurs). Les listes ci-dessous peuvent être incomplètes; en effet, il se peut que des informations ne nous aient pas été transmises.

ÉTUDIANTS AYANT OBTENU LEUR DIPLÔME DE DOCTORAT EN 2016–2017

Anas Abdallah (Jean-Philippe Boucher, Hélène Cossette)
Sadoune Ait Kaci Azzou (Sorana Froda, Fabrice Larribe)
Mathias Beaupeux (Paul François)

Malek Ben Abdellatif (Bruno Rémillard, Hatem Ben Ameur)

Billel Benzaid (Miklós Csűrös, Nadia El-Mabrouk)

Francesca Bergamaschi (Eyal Z. Goren, Adrian Iovita)

Guillaume Bonnefois (Fahima Nekka, Jun Li)

Xing Shi Cai (Luc Devroye)

Maxime Chamberland (Maxime Descoteaux, Kevin Whittingstall, David Fortin)

Rim Chérif (Bruno Rémillard, Hatem Ben Ameur)

Rasheda Arman Chowdhury (Christophe Grova)

Simon Chu (Payman L. Kassaei, Fred Diamond)

Marc-Alexandre Côté (Maxime Descoteaux, Hugo Larochelle)

Félix Desrochers-Guérin (Peter Russell, Steven Shin-Yi Lu)

Laura Clementina Eslava Fernandez

(Louigi Addario-Berry)

Sara Ann Froehlich (Niky Kamran)

Shan Gao (Adrian Iovita)

Ashkan Golzar (Erik Cook)

Sonia Grandi (Robert W. Platt)

Aurélien Guetsop Nangue (Martin Bilodeau, Pierre Duchesne)

Renato Henriques da Silva (Pedro Peres-Neto)

Colin Jauffret (Abraham Broer)

Eva Kardhashi (Anne Bourlioux, Marc Laforest)

Marica Knezevic (Payman L. Kassaei, Fred Diamond)

Florent Kpodjedo (Bruno Rémillard, Michèle Breton)

Manuel Lafond (Nadia El-Mabrouk)

Kangjoo Lee (Christophe Grova)

Omid Makhmali (Niky Kamran)

Evan McDonough (Robert Brandenberger, Keshav Dasgupta)

Patrick Meisner (Chantal David)

Philippe Miron (André Garon)

Nasheed Moqueet (Robert W. Platt)

Kathryn Morrison (David L. Buckeridge)

Cheikh B. Ndongo (Raluca M. Balan)

Hedvig Nenzen (Pedro Peres-Neto, Dominique Gravel)

Ali Pakniyat (Peter Edwin Caines)
Ke Peng (Frédéric Lesage)
Joël Sango (Pierre Duchesne)
Andrew Smith (Pedro Peres-Neto)
Anush Stepanyan (Javad Mashreghi)
Hugo Tremblay (Srečko Brlek, Alexandre Blondin Massé)
Akshaa Vatwani (M. Ram Murty)
David Warde-Farley (Yoshua Bengio)
Peng-Jie Wong (M. Ram Murty)
Daniel Woodhouse (Daniel T. Wise)
Julian Z. Xue (Frédéric Guichard, André Costopoulos)
Iraj Yadegari (François Perron, Éric Marchand)
Jing Zhang II (Wei Sun)
Cong Zhang (Frédéric Lesage)
Petr Zorin (Richard L. Hall)

ÉTUDIANTS AYANT OBTENU LEUR DIPLÔME DE MAÎTRISE EN 2016–2017

Mouhammed Anwar Al Ghabra (Virginie Charette)
Ashwag Al Zahrani (José Garrido, Mélina Mailhot)
Jean-François Arbour (Frédéric Rochon)
Nadia Arrouf (Geneviève Lefebvre, Lucie Blais)
Assaf Shaul Bar-Natan (Piotr Przytycki)
Véronique Bazier-Matte (Ibrahim Assem)
Gabriel Beauchamp Houde (Matilde Lalín)
Nicholas Beck (José Garrido, Mélina Mailhot)
Christopher Beckham (Christopher J. Pal)
Lucas Berry (José Garrido, Mélina Mailhot)
Marc-André Bérubé (Pierre Blanchet)
Leila Bourmouche (René Ferland, Juli Atherton)
Russel Butler (Maxime Descoteaux)
Myriam Chabot (Éric Marchand)
Mohamed Amine Chouiref (Alexandru Badescu)
Scott Collier (Alexander Maloney)
Antoine Comeau-Lapointe (Dimitris Koukouloupoulos)
Steven Côté (Jean-Philippe Boucher)
Julien Courtois (Christiane Rousseau)
Martin Cousineau (Maxime Descoteaux)
Jie Dai (Xiaowen Zhou)
Aleksander Danielski (Alexander Shnirelman)
Golsa Dehghan (Aurélié Labbe)
Francis Demers (Claude Bélisle)
Magatte Diagne (Pascal Vincent)
Olivier Duquette (André Garon)
Samia El-Khoury (Patrice Gaillardetz)
Abdelhakim Ferradji (Fabrice Larribe, Karim Oualkacha)
Leesa Fleury (Alexander Maloney)
Pierre-Louis Gagnon (Hassan Manouzi)
Alexandre Gauvin (Maxime Descoteaux)
Yan Gobeil (Robert Brandenberger, Alexander Maloney)
Jonathan Godin (Dmitry Jakobson, Mikaël Pichot)
Jonathan Grégoire (Mathieu Boudreault)
Fabio Orlando Guacaneme Castiblanco (Mathieu Boudreault)
Hui Shan Huang (René Ferland)
Alexia Jolicoeur-Martineau (Russell Steele, Geneviève Lefebvre)
Arpita Kar (M. Ram Murty)
Megbe Karamoko (Louis-Paul Rivest)
Shamal Chandra Karmaker (Yogendra P. Chaubey, Lisa Kakinami)
Kyle Kastner (Yoshua Bengio, Roland Memisevic)

Rachid Kharoubi (Karim Oualkacha)
Fangahagnian Koné (Christian Léger, Martin Bilodeau)
Youcef Korichi (Hugo Chapdelaine)
Marc-Antoine Labrie (Jérémy Rostand, Alexandre Girouard)
Clara Lacroce (Adrian Iovita)
Simon Lalancette (Lajmi Lakhal Chaieb)
Mélodie Lapointe (Christophe Reutenauer, Alexandre Blondin Massé)
Sébastien Lavigne (Christophe Reutenauer)
Hao (Billy) Lee (Henri Darmon)
Isabelle Lefebvre (David Haziza)
Mehrnoosh Malekiha (Arusharka Sen)
Jean-François Marceau (Thomas Brüstle)
Julien Massé Jodoin (Frédéric Guichard)
Soroush Mehri (Yoshua Bengio, Aaron Courville)
Hanane Miftah (Aurélié Labbe, Karim Oualkacha)
Mouna Mokaddem (Alain Tapp, Pascal Vincent)
Hughes Moreau (Dominic Rochon)
Audrey Morin (Octav Cornea)
Erin Murray (Nadia Hardy)
Sandra Maria Nawar (José Garrido, Mélina Mailhot)
Erfan Nazari Zahraei Motlagh (Niky Kamran)
Mouhamed Niang (Étienne Marceau, Héléne Cossette)
Geneviève Nolze Charron (Maxime Descoteaux)
Pierre Claver Nsanzamahoro (Virginie Charette)
Lukasz Obara (Alexey Kokotov)
Maéva Ostermann (Thomas J. Ransford)
Vincent Ouellet (Jean-Marie De Koninck, Nicolas Doyon)
Sébastien Ouimet (Christophe Hohlweg)
Ibrahima Ousmane Ida (Louis-Paul Rivest)
Robert Pettus (François Bergeron)
Liam Peuckert (Lea Popovic)
Huy Hoang Minh Pham (Lajmi Lakhal Chaieb)
Romanic Pieugueu (Louis-Paul Rivest)
François Rheault (Maxime Descoteaux)
Guillaume Rochefort Maranda (Anne-Sophie Charest)
Kenza Sallier (Pierre Duchesne)
Parastoo Sepidband (Sorana Froda)
Samira Shabaniyan (Yoshua Bengio)
Jiequn Shen (Xiao-Wen Chang)
Shan Shi (Arusharka Sen)
Forte Shinko (Piotr Przytycki, Marcin Krzysztof Sabok)
Christopher Smith (Piotr Przytycki)
Abdoulaye Sonko (Alexandru Badescu)
Tianze Su (Xiao-Wen Chang, Benoit Champagne)
Pier-Olivier Tremblay (Thierry Duchesne)
Shardul Vikram (Alina Stancu)
Nhat Linh Vu (Arusharka Sen, Xiaowen Zhou)
Adam Wilks (Piotr Przytycki)
Xi Yuan (Bruce) Yin (Jean-Christophe Nave, Linan Chen)
Justine Zehr (Christian Léger)
Leila Zerrouk (Jean-Philippe Boucher, Simon Guillotte)
Dongliang Zhang (Masoud Asgharian, Abbas Khalili)
Meng Zhao (Russell Steele)
Jing Zhu (Xiao-Wen Chang)
Jeremie Zumer (Aaron Courville)



PAR TENARIATS

Même si le mandat du CRM concerne de prime abord la recherche et la formation en sciences mathématiques au Québec, ses actions s'insèrent dans un contexte très large et le CRM collabore avec de nombreux partenaires pour réaliser sa mission et porter la recherche québécoise au plus haut niveau mondial.



LES PARTENARIATS DU CRM

PARTENARIATS CANADIENS

Sur le plan canadien, le partenariat le plus important est celui avec les deux autres instituts de mathématiques canadiens, le *Fields Institute for Research in Mathematical Sciences* à Toronto et le *Pacific Institute for the Mathematical Sciences* (PIMS) dans l'Ouest canadien. En plus de coordonner leurs activités scientifiques (leurs programmes thématiques, en particulier), les trois instituts ont pris ensemble plusieurs initiatives: la création de réseaux tel Mitacs (voir ci-dessous), l'attribution du prix CRM-Fields-PIMS et l'appui à certaines activités des associations professionnelles en sciences mathématiques. Les trois instituts soutiennent financièrement l'*Atlantic Association for Research in the Mathematical Sciences* (AARMS), fondée en 1996 pour encourager et promouvoir la recherche en sciences mathématiques dans les provinces atlantiques. De la même façon les trois instituts soutiennent l'Institut canadien des sciences statistiques (INCASS), dont le mandat est de faire progresser la recherche en sciences statistiques au Canada en attirant de nouveaux chercheurs, en multipliant les points de contact entre les chercheurs à l'échelle nationale et internationale et en soutenant les collaborations avec d'autres disciplines et organisations. Finalement, le CRM est un partenaire de la *Banff International Research Station* (BIRS), qui organise des ateliers de recherche en mathématiques à longueur d'année.

PARTENARIATS INTERNATIONAUX

Les membres du CRM ont de nombreuses et fructueuses collaborations avec des chercheurs français, en particulier les chercheurs du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), de l'Institut national de recherche en informatique et automatique (INRIA) et de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). En mars 2015, le CRM a signé des ententes avec de prestigieux instituts français: l'Institut des Hautes Études Scientifiques (IHÉS) et l'Institut Henri Poincaré (IHP). Le CRM a une entente formelle avec le consortium ALGANT (*Algebra, Geometry, Number Theory*) du réseau Erasmus Mundus de l'Union européenne. Cette entente favorise les échanges et co-supervisions d'étudiants inscrits aux cycles supérieurs. Mentionnons pour terminer que la *National Science Foundation* (NSF) des États-Unis accorde un soutien financier à presque tous les programmes thématiques se déroulant au CRM.



L'UNITÉ MIXTE INTERNATIONALE (UMI) DU CNRS AU CRM

Il y a quelques années le CNRS décida de créer une UMI au CRM. Cette UMI, dont le nom officiel est « Centre de recherches mathématiques – UMI 3457 », fut inaugurée en octobre 2011 et connaît un immense succès, grâce aux efforts de son premier directeur, Laurent Habsieger. L'UMI, maintenant dirigée par le professeur Emmanuel Giroux (directeur de recherche au CNRS), soutient financièrement des visites (longues ou courtes) de chercheurs français au CRM et des visites de chercheurs québécois en France (sous la forme de « postes rouges » ou de visites durant quelques semaines). De plus, l'UMI subventionne des rencontres et ateliers, soit en leur versant des fonds, soit en prenant en charge la venue de conférenciers (par exemple). De cette manière l'UMI soutient des activités thématiques et d'autres activités du CRM.

Lors de la visite du président de la République française au Québec en novembre 2014, le CNRS et le FRQNT ont signé une entente portant sur le financement, par la partie québécoise, de séjours de deux à six mois effectués dans des laboratoires français par des chercheurs membres des trois Unités Mixtes Internationales du CNRS hébergées dans des institutions québécoises. Les laboratoires français en question sont appelés « sites miroirs ». Cette entente permet, en particulier, aux chercheurs du CRM de séjourner en France pour faire de la recherche avec leurs collaborateurs.

PARTENAIRES UNIVERSITAIRES

Le CRM a six universités québécoises comme partenaires : l'Université de Montréal, l'Université McGill, l'UQAM, l'Université Concordia, l'Université Laval et l'Université de Sherbrooke. En 2003, le département de mathématiques et de statistique de l'Université d'Ottawa est devenu un partenaire du CRM. Dans le cadre de ce partenariat, le CRM finance des dégrèvements d'enseignement pour que des chercheurs de l'Université d'Ottawa travaillent dans les laboratoires du CRM et participent à ses activités scientifiques. Le CRM apporte aussi un soutien financier à des chercheurs postdoctoraux et finance une série de « conférences prestigieuses CRM–Université d'Ottawa ».

COLLABORATIONS AVEC DES RÉSEAUX

Le CRM a créé, seul ou en collaboration avec d'autres centres, des réseaux destinés à promouvoir les partenariats entre les universités et les entreprises dans le domaine des sciences mathématiques. En 1997, le CRM (dirigé par Luc Vinet) fut à l'origine de la création du Réseau de calcul et de modélisation mathématique (rcm₂), un regroupement de centres de la région montréalaise. Le rcm₂, subventionné par le CRSNG, permet de répondre aux besoins de l'industrie dans une grande variété de domaines touchant au calcul et à la modélisation mathématique. À l'heure actuelle, il permet à quatre centres (le CRM, le GERAD, le CIRRELT et le CIRANO) de financer des projets conjoints en sciences mathématiques.

Les trois instituts canadiens (le CRM, le FI et le PIMS) ont créé le réseau de centres d'excellence Mitacs en 1999 grâce à une subvention du gouvernement fédéral. L'objectif de Mitacs, le seul réseau de centres d'excellence en sciences mathématiques, était de canaliser les efforts du Canada pour élaborer, appliquer et commercialiser de nouveaux outils et méthodologies mathématiques dans le cadre d'un programme de recherche de calibre mondial. Le réseau Mitacs a connu un énorme succès : il a regroupé jusqu'à 300 chercheurs et 600 étudiants provenant de presque 50 universités canadiennes. Il a étendu ses activités à d'autres sciences que les mathématiques et le réseau Mprime a pris sa relève (en ce qui concerne les mathématiques) en 2011. Comme le réseau Mprime n'existe plus, les collaborations industrielles des trois instituts canadiens de mathématiques ont lieu dans le cadre de la Plateforme d'innovation des instituts (PII), un projet des instituts soutenu par le CRSNG et mentionné à plusieurs reprises dans le présent rapport.

COLLABORATIONS AVEC LES ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES

Le CRM et les autres instituts de mathématiques canadiens contribuent financièrement à l'organisation des congrès des associations professionnelles canadiennes en sciences mathématiques. En particulier, en 2016–2017, le CRM a soutenu la Réunion d'été de la Société mathématique du Canada ou SMC (du 24 au 27 juin 2016, à Edmonton), la Réunion d'hiver de la SMC (du 2 au 5 décembre 2016, à Niagara Falls), le congrès annuel de la Société statistique du Canada (du 29 mai au 1^{er} juin 2016, à St. Catharines) et le congrès annuel de la Société canadienne de mathématiques appliquées et industrielles (du 26 au 30 juin 2016, à Edmonton).



PUBLICATIONS

LES PUBLICATIONS DU CRM

Les publications sont un élément important de la contribution du CRM à la diffusion de la recherche dans les sciences mathématiques. Le CRM publie depuis longtemps deux séries en collaboration avec l'*American Mathematical Society* (AMS): la *CRM Monograph Series* et les *CRM Proceedings* (anciennement *CRM Proceedings and Lecture Notes*). Cette dernière série est incluse dans la série *Contemporary Mathematics* depuis 2013. L'éditeur Springer publie et distribue la *CRM Series in Mathematical Physics* et a inclus quelques titres du CRM dans sa collection *Lecture Notes in Statistics*. Un premier volume d'une nouvelle série (intitulée *CRM Short Courses*) est paru en 2017. Quoique la plupart des ouvrages émanant du CRM se retrouvent maintenant dans ces diverses collections, le CRM publie et distribue, en français et en anglais, grâce à ses publications « maison », des monographies, comptes rendus et notes de cours. Finalement, le CRM a des collaborations ponctuelles avec différentes maisons d'édition et distribue les rapports de recherche des chercheurs qui lui sont affiliés.

Le CRM publie *Le Bulletin du CRM* deux fois par an. Ce bulletin, qui comporte entre 20 et 30 pages, contient des nouvelles du CRM et des articles sur ses activités et la recherche de ses membres et des récipiendaires de prix.

TITRES PARUS EN 2016 ET 2017

CRM PROCEEDINGS (SOUS-SÉRIE DE CONTEMPORARY MATHEMATICS)

Alexandre Girouard, Dmitry Jakobson, Michael Levitin, Nilima Nigam, Iosif Polterovich et Frédéric Rochon (éd.), *Geometric and Computational Spectral Theory*, 2016

CRM SERIES IN MATHEMATICAL PHYSICS

Decio Levi, Raphaël Verge-Rebelo et Pavel Winternitz (éd.), *Symmetries and Integrability of Difference Equations*, 2017

CRM SHORT COURSES

Markus Heydenreich et Remco van der Hofstad, *Progress in High-Dimensional Percolation and Random Graphs*, 2017



COMITÉS À LA TÊTE DU CRM

La structure du CRM comprend un conseil d'administration, une assemblée des chercheurs, un comité scientifique international, un comité scientifique local, un comité de direction, un comité industriel et un comité des directeurs de laboratoire. Voici les membres de ces comités pour l'année 2016–2017 (sauf les directeurs de laboratoire, déjà mentionnés dans la section du présent rapport sur les laboratoires).

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Le conseil d'administration est composé

- du directeur, qui siège d'office,
- d'un membre du comité de direction nommé par le conseil pour un mandat de deux ans,
- de deux membres réguliers nommés par l'assemblée des chercheurs, pour des mandats de trois ans, normalement renouvelables une fois,
- d'un directeur de laboratoire, choisi par le comité des directeurs de laboratoires, pour un mandat de deux ans, normalement renouvelable une fois,
- du président du Comité scientifique international,
- d'un membre chercheur postdoctoral,
- du vice-recteur à la recherche de chacune des six universités partenaires du CRM (ou de son représentant),
- de membres supplémentaires nommés par le conseil d'administration, avec droit de vote ou non, provenant de tous les secteurs jugés pertinents: le monde des affaires, l'industrie, les grands instituts ou centres canadiens ou étrangers et la haute fonction publique.

En 2016–2017, le Conseil incluait Luc Vinet (directeur du CRM), Odile Marcotte (directrice adjointe du CRM), Christiane Rousseau et Jacques Bélair (tous deux de l'Université de Montréal), Steven Boyer (directeur du CIRGET), Gérard Ben Arous (président du Comité scientifique international), Rebecca Patrias (stagiaire postdoctorale), Marie-Josée Hébert (vice-rectrice à la recherche de l'Université de Montréal), Justin Powlowski (vice-recteur à la recherche de l'Université Concordia), Jacques Hurtubise représentant Rosie Goldstein (vice-rectrice à la recherche de l'Université McGill), Catherine Mounier (vice-rectrice à la recherche de l'UQAM), Edwin Bourget puis Angelo Tremblay (vice-recteur à la recherche de l'Université Laval), Jacques Beauvais (vice-recteur à la recherche de l'Université de Sherbrooke), Alina Stancu (directrice de l'ISM), Hélène Desmarais et Luis Seco.

Louigi Addario-Berry et Galia Dafni, directeurs adjoints du CRM, étaient membres invités du Conseil d'administration.

COMITÉ SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL

Le Comité scientifique international est composé de chercheurs de premier plan choisis au Canada ou à l'étranger. Ses membres sont des mathématiciens ou des chercheurs entretenant des liens étroits avec les sciences mathématiques. La principale tâche du comité est de faire des recommandations sur les orientations scientifiques générales du centre et tout particulièrement de donner son avis sur les projets d'activités scientifiques à moyen et long termes.



En 2016–2017, le comité était présidé par Gérard Ben Arous (Courant Institute) et comprenait aussi Michael Bennett (University of British Columbia), Ruth Charney (Brandeis University), Stephen E. Fienberg (Carnegie Mellon University), Emmanuel Giroux (CNRS), Claude Le Bris (École des Ponts ParisTech), Dusa McDuff (Columbia University), Robert Pego (Carnegie Mellon University), Duong Phong (Columbia University), Dana Randall (Georgia Institute of Technology), Nicolai Reshetikhin (University of California, Berkeley), Emmanuel Ullmo (Institut des hautes études scientifiques) et Luc Vinet (directeur du CRM).

Galia Dafni, Odile Marcotte et Louigi Addario-Berry (tous trois directeurs adjoints du CRM) étaient membres invités du Comité.

COMITÉ SCIENTIFIQUE LOCAL

En 2016–2017, le Comité scientifique local incluait Louigi Addario-Berry (McGill), Vestislav Apostolov (UQAM), Octav Cornea (Montréal), Chantal David (Concordia), Jean-Philippe Lessard (Laval), Erica E. M. Moodie (McGill) et Luc Vinet (directeur du CRM).

COMITÉ DE DIRECTION

Le comité de direction du CRM consistait de Luc Vinet (Université de Montréal), directeur du CRM, de Louigi Addario-Berry (McGill), directeur adjoint aux programmes scientifiques, de Galia Dafni (Université Concordia), directrice adjointe aux publications, et d'Odile Marcotte (UQAM et GERAD), directrice adjointe aux partenariats.

COMITÉ INDUSTRIEL

En 2016–2017, le Comité industriel incluait Luc Vinet (directeur du CRM), Odile Marcotte (directrice adjointe aux partenariats), Michel Carreau (Hatch), Denis Faubert (CRIAQ), Pierre Trudeau (GIRO) et Roxana Zangor (Pratt & Whitney).



LE CRM EN CHIFFRES

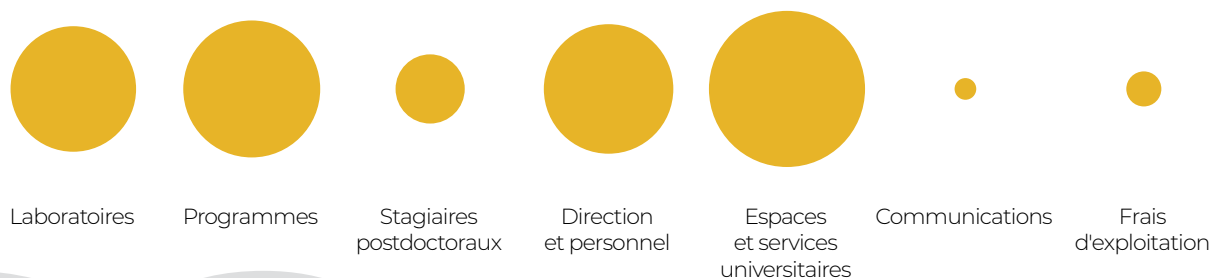
Apports en 2016-2017 en milliers de dollars

FRQNT	508 \$
CRSNG	1 314 \$
Universités (contributions financières)	901 \$
Universités (contributions en nature)	1 350 \$
Dotations	62 \$
Ventes et inscriptions	176 \$
Autres subventions	129 \$
Organisations partenaires	110 \$
	4 550 \$

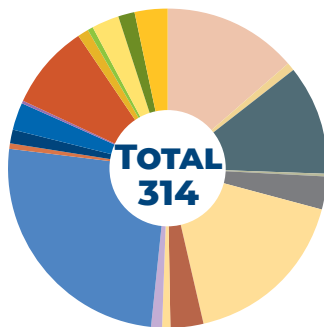


Utilisation des apports en milliers de dollars

Laboratoires	873 \$
Programmes	1 039 \$
Stagiaires postdoctoraux	265 \$
Direction et personnel	929 \$
Espaces et services universitaires	1 350 \$
Communications	26 \$
Frais d'exploitation	68 \$
	4 550 \$

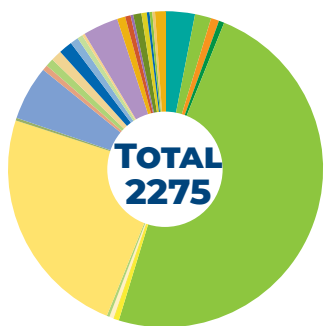


Affiliation institutionnelle des membres (chercheurs) réguliers et associés du CRM et de ses laboratoires



Université Laval	42	INRS	2
Université du Québec à Trois-Rivières	3	HEC Montréal	4
Université du Québec à Montréal	35	École Polytechnique de Montréal	9
Université du Québec à Chicoutimi	1	École de Technologie Supérieure	1
Université de Sherbrooke	10	Université Concordia	27
Université de Montréal	54	CNRS (France)	3
Université d'Ottawa	11	Autres, Mexique	2
Québec, industrie	2	Autres, Europe	9
Québec, Cégeps	4	Autres, Etats-Unis	5
Université McGill	79	Autres, Canada	11

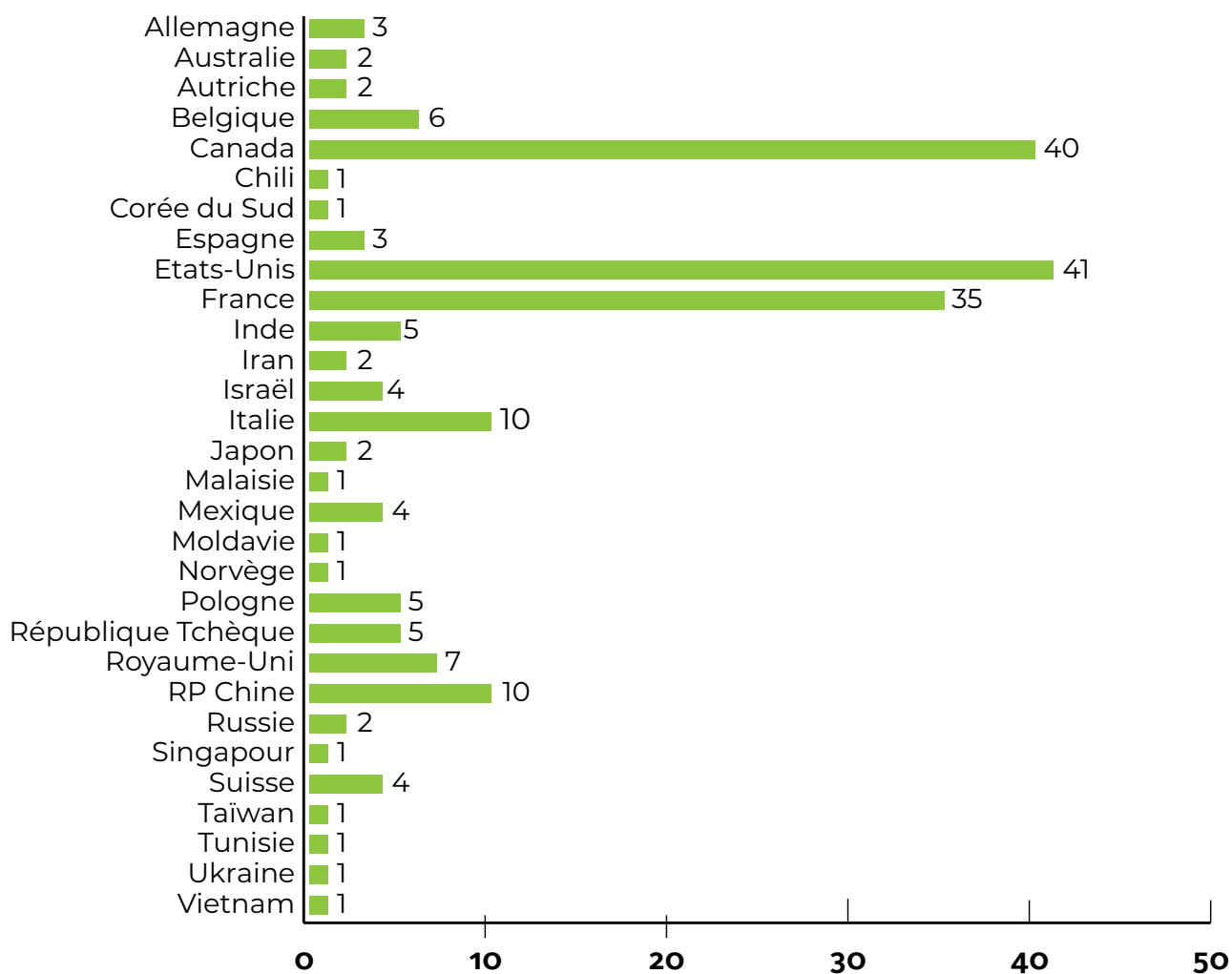
Origine géographique des personnes inscrites aux activités



Allemagne	68	Japon	32
Australie et Nouv.-Zélande	35	Pays-Bas	17
Autriche	21	Pologne	15
Belgique	15	République Tchèque	7
Canada	1104	Royaume-Uni	77
Corée du Sud	12	RP Chine	22
Danemark	13	Russie	13
Espagne	8	Suède	8
Etats-Unis	539	Suisse	19
Finlande	8	Taiwan	8
France	127	Autres, Afrique	7
Inde	11	Autres, Amériques	11
Israël	23	Autres, Asie	6
Italie	23	Autres, Europe	26

LE CRM EN CHIFFRES

Pays d'origine des chercheurs en visite et des stagiaires postdoctoraux (202)



64

PERSONNEL DU CRM

DIRECTION

Luc Vinet

Université de Montréal
directeur

Louigi Addario-Berry

Université McGill
directeur adjoint – programmes scientifiques

Galia Dafni

Université Concordia
directrice adjointe – publications

Odile Marcotte

UQAM et GERAD
directrice adjointe – partenariats

ADMINISTRATION ET SOUTIEN À LA RECHERCHE

Vincent Masciotra

chef de service

Guillermo Martinez-Zalce

responsable des laboratoires

Diane Brulé-De Filippis

technicienne en administration

Lucie Vincent

agente de secrétariat

Wendy Barrientos

commis aux affaires administratives

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Louis Pelletier

coordonnateur

Louise Letendre

technicienne en administration

Sakina Benhima

chargée de projets

Guillermo Martinez-Zalce

responsable des laboratoires

INFORMATIQUE

Daniel Ouimet

administrateur des systèmes

André Montpetit

administrateur bureautique (mi-temps)

PUBLICATIONS

André Montpetit

expert TeX (mi-temps)

COMMUNICATIONS

Suzette Paradis

responsable des communications et webmestre

PROJETS SPÉCIAUX

Stéphane Rouillon

agent de développement de partenariats



CENTRE
DE RECHERCHES
MATHÉMATIQUES

CRM, Université de Montréal
C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal (Québec) H3C 3J7 Canada
☎ 514-343-7501 ☎ 514-343-2254 ✉ crm@crm.umontreal.ca

www.crm.math.ca