
COLLOQUE PANQUÉBÉCOIS DES ÉTUDIANTES ET
ÉTUDIANTS DE L'INSTITUT DES SCIENCES
MATHÉMATIQUES



UNIVERSITÉ
LAVAL

27 AU 29 MAI 2022

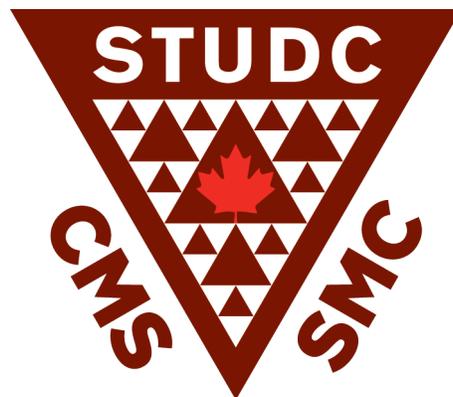
Pavillon Alexandre-Vachon
Québec, Canada

Partenaires/Sponsors



CIMMUL

Centre Interdisciplinaire en Modélisation
Mathématique de l'Université Laval



Mot de bienvenue du comité organisateur

Chers participantes et participants,

Le département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval est heureux d'accueillir en *présentiel* le XXIV^e colloque panquébécois des étudiantes et étudiants de l'Institut des sciences mathématiques.

Une vingtaine de conférences étudiantes provenant du réseau universitaire du Québec pourront se faire entendre pendant la fin de semaine de trois jours, du 27 au 29 mai 2022. Quatre conférences plénières seront données par d'excellents chercheurs et professeurs : Pr. Bernard R. Hodgson de l'Université Laval, Pr. Virginie Charette de l'Université de Sherbrooke, Pr. Simone Brugiapaglia de l'Université Concordia, Pr. Matilde Lalin de l'Université de Montréal. De plus, le lauréat du prix Carl-Herz, Sami Douba de l'Université McGill, nous présentera les résultats de sa recherche dans une cinquième et dernière conférence plénière.

Nous vous invitons à nous rejoindre au vin et fromage du vendredi soir et au restaurant 3 Brasseurs - Place Sainte-Foy du samedi soir. Ces activités permettront de discuter et d'établir de bons contacts.

Sur ce, bonne conférence et ayez du plaisir !

Le comité organisateur,

Rafael Arellano, Anthony Doyon, Charlotte Lavoie-Bel,
Philippe-André Luneau, Philippe Petitclerc, William Verreault,
Nathan Walsh, Ludovick Bouthat (président)

Welcome word from organizing committee

Dear participants,

The Department of Mathematics and Statistics of Université Laval is proud to host *in person* the XXIVth student conference of the Institut des sciences mathématiques.

More than fifteen student talks from Quebec universities will be heard for the three days, from May 27th to May 29th 2022. Four plenary lectures will be given by excellent researchers and professors : Pr. Bernard R. Hodgson from Université Laval, Pr. Virginie Charette from Université de Sherbrooke, Pr. Simone Brugiapaglia from Concordia University, Pr. Matilde Lalin from University of Montreal. In addition, the winner of the Carl-Herz Prize, Sami Douba from McGill University, will present the results of his research to us in a fifth and final plenary lecture.

We invite you to join us for a wine and cheese on Friday night and to the 3 Brasseurs - Place Sainte-Foy restaurant on Saturday night. It will give you a chance to chat and make some contacts.

We wish you a good conference and have fun !

The organizing committee,

Rafael Arellano, Anthony Doyon, Charlotte Lavoie-Bel,
Philippe-André Luneau, Philippe Petitclerc, William Verreault,
Nathan Walsh, Ludovick Bouthat (president)

Horaire/Schedule

Sommaire de l'horaire

Heure	Activités	Endroit
Vendredi		
17h00	Accueil	Cafétéria Alexandre-Vachon
17h45	Mot de bienvenue	VCH-3820
18h00	Conférence Plénière : Bernard R. Hodgson	VCH-3820
19h15	Vins et fromages	Le Fou Aéliés
Samedi		
8h00	Accueil et déjeuner	Cafétéria Alexandre-Vachon
9h00	Conférences étudiantes	VCH-3840 et VCH-3870
10h00	Pause et collation	Couloir troisième étage
10h20	Conférences étudiantes	VCH-3840 et VCH-3870
11h20	Conférence plénière : Virginie Charette	VCH-3820
12h20	Dîner	Cafétéria Alexandre-Vachon
13h30	Conférences étudiantes	VCH-3840 et VCH-3870
15h30	Pause et collation	Couloir troisième étage
16h00	Conférences plénières : Simone Brugiapaglia	VCH-3820
20h00	Activité sociale : 3 Brasseurs	Place Sainte-Foy
Dimanche		
8h30	Accueil et déjeuner	Cafétéria Alexandre-Vachon
9h30	Conférence plénière : Prix Carl-Herz	VCH-3820
10h30	Pause et collation	Couloir troisième étage
11h00	Conférences étudiantes	VCH-3840 et VCH-3870
11h30	Conférence plénière : Matilde Lalin	VCH-3820
12h30	Mot de fermeture	VCH-3820
13h00	Fin des activités	N.A.

General Schedule

Time	Activities	Place
Friday		
17h00	Reception	Alexandre-Vachon's Cafeteria
17h45	Welcome word	VCH-3820
18h00	Plenary talk : Bernard R. Hodgson	VCH-3820
19h15	Wine and cheese	Le Fou Aeliés
Saturday		
8h00	Reception and breakfast	Alexandre-Vachon's Cafeteria
9h00	Student talks	VCH-3840 and VCH-3870
10h00	Break and snacks	Third floor hallway
10h20	Student talks	VCH-3840 and VCH-3870
11h20	Plenary talk : Virginie Charette	VCH-3820
12h20	Lunch	Alexandre-Vachon's Cafeteria
13h30	Student talks	VCH-3840 and VCH-3870
15h30	Break and snacks	Third floor hallway
16h00	Plenary talk : Simone Brugiapaglia	VCH-3820
20h00	Social activity : 3 Brasseurs	Place Sainte-Foy
Sunday		
8h30	Reception and breakfast	Alexandre-Vachon's Cafeteria
9h30	Plenary talk : Carl-Herz's prize	VCH-3820
10h30	Break and snacks	Third floor hallway
11h00	Student talks	VCH-3840 and VCH-3870
11h30	Plenary talk : Matilde Lalin	VCH-3820
12h30	Closing word	VCH-3820
13h00	End of activities	N.A.

Horaire détaillé (conférences)/Detailed Schedule (Talks)

Vendredi/Friday

Heure/Time	A.-Vachon 3820	A.-Vachon 3840	A.-Vachon 3870
18h00 - 19h00	B.R. Hodgson	_____	_____

Samedi/Saturday

Heure/Time	A.-Vachon 3820	A.-Vachon 3840	A.-Vachon 3870
9h00 - 9h25	_____	X. Han	C. Dion
9h30 - 9h55	_____	G. Brouillette	A. Poulin
10h00 - 10h15	<i>Pause/Break — Couloir troisième étage</i>		
10h20 - 10h45	_____	P. Petitclerc	F. Gélinas
10h50 - 11h15	_____	P.-A. Luneau	A. Segovia
11h20 - 12h15	V. Charette	_____	_____
12h20 - 13h30	<i>Dîner/Lunch — Cafétéria Alexandre-Vachon</i>		
13h30 - 13h55	_____	K.R. Madou	L. Bouthat
14h00 - 14h25	_____	A.D. Noutchegueme	W. Verreault
14h30 - 14h55	_____	J. Brisson	L. D'Anjou-Madore
15h00 - 15h25	_____	S.M. Marvi Khorasani	É. Martin
15h30 - 15h55	<i>Pause/Break — Couloir troisième étage</i>		
16h00 - 17h00	S. Brugiapaglia	_____	_____

Dimanche/Sunday

Heure/Time	A.-Vachon 3820	A.-Vachon 3840	A.-Vachon 3870
9h30 - 10h25	Prix Carl-Herz	_____	_____
10h30 - 10h55	<i>Pause/Break — Couloir troisième étage</i>		
11h00 - 11h25	_____	M. Withanachchi	M. Ostermann
11h30 - 12h30	M. Lalin	_____	_____

Résumés des présentations/Abstracts of the Talks

Conférences plénières/Plenary Talks

Bernard R. Hodgson, Université Laval

Morceaux choisis des mathématiques : regards sur quelques preuves au fil de l'histoire. La notion de preuve peut se décliner de manière foisonnante en mathématiques et il est possible de l'aborder selon des perspectives multiples, notamment dans un cadre historique. À l'aide d'exemples tirés de divers domaines mathématiques - certains élémentaires, d'autres un peu moins -, je vise dans cette conférence à proposer une réflexion autour de la preuve comme une composante essentielle, mais non exclusive, dans la démarche en mathématiques.

Virginie Charette, Université de Sherbrooke

Les groupes cristallographiques affines : de Platon à nos jours. Les cristaux, les solides platoniques, etc. Ce sont des sujets que beaucoup de personnes, mathématiciennes ou non, trouvent intéressants. En mathématiques, on peut étudier l'effet de l'action d'un groupe sur un espace, et on sait beaucoup de choses quand l'espace est \mathbb{R}^n et que le groupe est constitué d'isométries, a fortiori si l'action est «co-compacte». En généralisant le problème, on aboutit à des questions fort intéressantes et, dans certains cas, encore ouvertes. Je vais présenter quelques points saillants (selon moi) de l'histoire des groupes cristallographiques affines.

Simone Brugiapaglia, Université Concordia

The mathematics of sparsity and its applications : the art of finding needles in high-dimensional haystacks The sparsity principle plays a key role in the mathematics of data science. It allows us to efficiently describe complex objects such as audio signals, images, or high-dimensional functions using only a small amount of information. Over the last few decades, the sparsity principle has led to breakthroughs such as efficient algorithms for signal compression, new model selection and dimensionality reduction techniques in statistical learning, and the introduction of the compressed sensing method.

In this talk, we will present the mathematics of sparsity and compressed sensing, illustrating recent and current research results with applications in medical imaging, scientific computing, and machine learning.

Matilde Lalin, Université de Montréal

Un moment avec les fonctions L . Nous allons faire un parcours des propriétés de la fonction zêta de Riemann telles que ses valeurs spéciales, son équation fonctionnelle et la célèbre hypothèse de Riemann et ses conséquences sur la distribution des nombres premiers. Après nous allons parler des fonctions semblables, les fonctions L de Dirichlet. Finalement nous discuterons de la façon dont la méthode des moments peut nous aider à comprendre certaines distributions de valeurs de fonctions L .

Prix Carl-Herz : Sami Douba, Université McGill

Unipotents and graph manifold groups. Thurston asked if the fundamental group of any closed 3-manifold is linear, that is, if such a group admits a faithful finite-dimensional linear representation. Recent advances in the field allow us to restrict our attention to a particular class of 3-manifolds : those so-called graph manifolds that do not admit nonpositively curved Riemannian metrics. While the question of linearity remains open for the fundamental groups of such manifolds, we discuss how CAT(0)-geometric tools allow us to rule out certain representations of these groups. Using existing knowledge encompassing much of what is known about 3-manifold groups, we conclude that, among the closed aspherical 3-manifolds, those admitting nonpositively curved Riemannian metrics are precisely those whose fundamental groups embed in compact Lie groups.

Conférences étudiantes/Students Talks

Les conférences sont placées en ordre d'apparition selon l'horaire détaillée.
The talks are placed in the order of appearance in the detailed Schedule.

Xurui Han, Université de Montréal - Théorème de Green, Gauss et Stokes : le même théorème !

Les trois théorèmes classiques en calcul intégral (Green, Gauss/Divergence et Stokes) sont sans doute connus par plusieurs. Ce qui est probablement moins connu, c'est le fait que ces trois théorèmes sont issus d'un même théorème en géométrie différentielle : le théorème de Stokes-De Rham ! Dans cette présentation, je vais d'abord introduire la notion des formes différentielles et ensuite montrer les trois théorèmes en utilisant le théorème de Stokes-De Rham. Finalement, je vais établir une relation intéressante entre les formes différentielles et les champs vectoriels.

Cédric Dion, Université Laval - Théorie d'Iwasawa algébrique et topologique

Soit K une extension finie de \mathbf{Q} et $K \subseteq K_1 \subseteq K_2 \subseteq \dots$ une tour d'extensions de corps de K telle que $\text{Gal}(K_n/K) \cong \mathbf{Z}/p^n\mathbf{Z}$ pour tout n . Dans les années 50, Iwasawa prouva qu'il existe une formule explicite donnant la croissance du nombre de classes d'idéaux de K_n dans la tour. Dans cette présentation, nous donnerons une introduction à la théorie d'Iwasawa et nous verrons par la suite comment ces idées ont été adaptées à l'étude des courbes elliptiques. Finalement, on abordera des théories analogues en topologie où les tours de corps sont remplacées par des tours de revêtements.

Guillaume Brouillette, Université de Sherbrooke - Théorie de Morse discrète multidimensionnelle

La théorie de Morse discrète élaborée par Forman permet de déduire certaines propriétés géométriques et topologiques d'un espace discret K sur lequel est définie une fonction à valeurs réelles $f : K \rightarrow \mathbb{R}$. Dans cette présentation, les fondamentaux d'une extension de cette théorie seront abordés. Celle-ci permet de considérer un complexe simplicial K sur

lequel est définie une fonction $f : K \rightarrow \mathbb{R}^d$ à valeurs vectorielles plutôt que réelles. Un des objectifs visés en généralisant la théorie de Morse-Forman est de développer un outil supplémentaire pour optimiser certaines méthodes de calcul d'homologie multipersistante.

Antoine Poulin, Université McGill - Sphères en hautes dimensions

Dans cette présentation, nous regarderons les sphères en hautes dimensions sous plusieurs angles : les coupes transversales de sphère ℓ^p et la théorie de Ramsey.

Philippe Petitclerc, Université Laval - L'apprentissage en réseau de neurones profonds : comment l'intelligence humaine se compare-t-elle à l'intelligence artificielle ?

Comme le titre le suggère, cette présentation vise à explorer la dynamique entre l'intelligence humaine et l'intelligence artificielle. On y aborde les concepts très généraux et de base de l'apprentissage en réseaux de neurones profonds (Deep Learning), ainsi que les concepts mathématiques qui le régissent. La présentation est une introduction au Deep Learning, et peut être suivie par tout public ayant un intérêt pour le sujet. Des connaissances en algèbre linéaire et en optimisation sont utiles mais non nécessaires à la compréhension de la présentation.

Félix Gélinas, Université du Québec à Montréal - Cônes et ping-pong en 3 dimensions

Mon équipe de recherche et moi avons donné une nouvelle preuve au fait que le groupe hypergéométrique dans $GL_3(\mathbb{C})$ avec les paramètres $\alpha = (1/4, 1/2, 3/4)$ et $\beta = (0, 0, 0)$ est isomorphe au groupe libre $\mathbb{Z}/4\mathbb{Z} * \mathbb{Z}/2\mathbb{Z}$. Nous avons fait cela en exhibant une table de ping-pong (Lemme de Ping-Pong) déterminé par un cône simplicial dans \mathbb{R}^3 . Nous avons aussi démontré l'unicité de celui-ci (à signe près).

Philippe-André Luneau, Université Laval - Problèmes mal posés en optimisation de forme

En tant que mathématiciens, nous avons souvent l'impression que les problèmes appliqués se comportent bien, au sens où les garanties théoriques des théorèmes d'existence et d'unicité sont automatiquement respectées. Malheureusement, une grande classe des problèmes de contrôle ne suivent pas cette intuition. Le cas spécial de l'optimisation de forme sera étudié, et des contre-mesures théoriques et numériques seront présentées. Des réponses possibles à la question suivante seront explorées : Quel sens peut-on donner à une solution numérique, sachant que le problème n'a pas de solution analytique? (*Diapositives en anglais/slides in english*)

Adrien Segovia, Université du Québec à Montréal - Combinatoire algébrique, fonctions de parking et algèbres de Hopf

Les éléments de l'algèbre de Hopf sur les fonctions de parking \mathbf{PQSym}^* peuvent être définis comme les invariants sous une action du groupe symétrique infinie. Cette action admet des généralisations permettant d'obtenir une suite infinie de sous-algèbres de Hopf de \mathbf{PQSym}^* , dont on sait obtenir des propriétés intéressantes. Ces résultats ont été obtenus lors d'un travail récent, comme généralisation de travaux antérieurs dû à Hivert. On se propose dans cet exposé de présenter ces résultats de façon élémentaire.

Kodjo Raphaël Madou, Université Laval - Les progrès récents sur les équations différentielles stochastiques avec un drift singulier

La perturbation d'une puissance fractionnaire de l'opérateur de Laplace par un terme de drift singulier dans l'espace L^p est un problème délicat, afin de gérer une telle perturbation, nous avons besoin d'un ensemble de techniques, certaines de nature analytique, d'autres de nature probabiliste. L'interaction de ces méthodes est d'un grand intérêt. Par exemple, nous pouvons obtenir certaines solutions d'équations différentielles stochastiques fractionnaires par un raisonnement analytique.

Dans cet exposé je discuterai des avancées récentes sur l'étude des équations différentielles stochastiques (EDS) avec des drifts ayant des singularités critiques, c'est-à-dire l'existence et l'unicité des solutions faibles des EDS. Je poursuis le point de vue analytique, en d'autres termes l'existence et les propriétés du processus qui proviennent de la théorie de régularité de l'objet analytique qui lui correspond : une équation différentielle partielle parabolique. Ce point de vue est bien adapté pour traiter des perturbations singulières. Les équations de ce type apparaissent également en hydrodynamique (telles que les équations de Navier-Stokes et d'Euler) ; mon travail fournit leurs formes linéarisées, où les singularités de la vitesse du liquide peuvent être "cachées" dans les singularités du drift.

L'exposé est basé sur des articles conjoints avec D. Kinzebulatov (Laval) et Yu. A. Semenov (Toronto).

Ludovick Bouthat, Université Laval - Monotonie de certaines sommes de Riemann

Dans la première partie de cette présentation, nous allons répondre à une question ouverte posée par D. Borwein en démontrant que la somme de Riemann à gauche de $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$ par rapport à la partition uniforme de $[0, 1]$ décroît de façon monotone. Par la suite, nous montrons que les sommes de Riemann à gauche et à droite par rapport à la partition uniforme de $[0, 1]$ des fonctions de la forme $\sin^p(\pi x)$ croissent de façon monotone par rapport à n , quelle que soit la valeur de $p \in (0, 2)$. Ce faisant, nous répondons à un problème qui s'est posé dans le cadre de recherches fondamentales sur des questions situées à l'intersection de la théorie matricielle et de la géométrie métrique. (*Diapositives en anglais/slides in english*)

Alain Didier Noutchegueme, Université de Montréal - Optimisation de forme pour les valeurs propres du p -Laplacien

L'optimisation de forme consiste en la maximisation ou minimisation de quantités dont l'inconnue est un domaine ou une métrique riemannienne. Ces problèmes apparaissent naturellement en physique, en biologie, et en ingénierie. Dans cette présentation, nous nous intéressons aux résultats connus sur l'optimisation des valeurs propres du p -Laplacien défini par : $\Delta_p u := \operatorname{div}(|\nabla u|^{p-2} \nabla u)$ dans les cas euclidien et riemannien ; avec un accent particulier sur les différences avec le cas $p = 2$ où l'on retrouve le Laplacien usuel.

William Verreault, Université Laval - Contre-exemples à une conjecture de symétrie généralisée

Un théorème important de Donnelly et Fefferman en géométrie spectrale implique que le volume des points où les fonctions propres sur une variété Riemannienne compacte prennent des valeurs positives est proportionnel au volume des points où elles prennent des valeurs négatives. Une conjecture de symétrie motivée par la physique dit qu'un résultat plus fort tient dans la limite semi-classique lorsque la valeur propre tend vers l'infini : les volumes coïncident asymptotiquement. Mais cette conjecture est fautive !

Un théorème de Jakobson et Nadirashvili est l'analogue du précédent théorème pour les normes L^p . À nouveau, on peut se demander si le ratio des normes L^p des parties positives et négatives des fonctions propres du laplacien tend vers 1 avec la valeur propre. On se servira d'exemples simples et visuels pour montrer que non.

Jade Brisson, Université Laval - Excisions tubulaires et valeurs propres de Steklov

Dans cette présentation, j'introduirai les excisions tubulaires et j'énoncerai un résultat en lien avec les valeurs propres de Steklov. Nous verrons ensuite quelques applications de ce résultat.

Ludovic D'Anjou-Madore, Université du Québec à Montréal - Topoi élémentaires : Les sous-objets et leur algèbre

Étant donné un ensemble, il existe un ensemble de ses sous-ensembles et celui-ci possède la structure d'une algèbre booléenne. Nous verrons comment ce phénomène de la catégorie des ensembles peut se généraliser à d'autres catégories. En effet, nous explorerons les propriétés de catégories convenables dotées d'un classificateur de sous-objets (dites des topoi élémentaires) et leur logique interne.

Seyedeh Maedeh Marvi Khorasani, Université de Sherbrooke - On bipartite divisor graphs for group conjugacy class sizes

The presentation is about various properties of a bipartite graph related to the sizes of the conjugacy classes of a finite group. It is proved that some invariants of the graph are rather strongly connected to the group structure. In particular we will see that the diameter

of the bipartite graph is at most 6, and also the classification of those groups for which the graphs have the diameter equal to 6 is considered.

Éloi Martin - Université de Montréal - L'évolution de la coopération et le modèle de Moran

Comment expliquer que certaines espèces ont acquis la capacité de coopérer, c'est-à-dire de prendre des risques au bénéfice des autres? Un peu de théorie des jeux et de stochastique nous permettra d'y voir plus clair.

Pour y répondre, nous allons construire un cadre intéressant dans lequel on redéfinit ce que différentiable peut signifier. Ce faisant, on peut comprendre ce qui se passe avec les complexes, les courbes en dimension infinie, la matrice hessienne ainsi que les quaternions.

Maëva Ostermann, Université Laval - Ensemble K -spectraux

Introduit par von Neumann en 1951, les ensembles K -spectraux permettent d'estimer la norme des fonctions de matrices grâce au supremum de ces fonctions. Cela joue un rôle essentiel dans de nombreux domaines des Mathématiques pures et appliquées. Au cours de cet exposé je vous parlerai d'exemples classiques d'ensembles K -spectraux et de propriétés suffisantes pour qu'un ensemble est K -spectral.

Mahishanka Withanachchi, Université Laval - Polynomial Approximation in Weighted Dirichlet Spaces

The partial Taylor sums S_n , $n \geq 0$, are finite rank operators on any Banach space of analytic functions on the open unit disc. In the classical setting of disc algebra, the precise value of the norm of S_n is not known and thus in the literature they are referred as the Lebesgue constants. In this setting, we just know that they grow like $\log n$, modulo a multiplicative constant, as n tends to infinity. However, on the weighted Dirichlet spaces \mathcal{D}_w , we precisely evaluate the norm of S_n . As a matter of fact, there are different ways to put a norm on \mathcal{D}_w . Even though these norms are equivalent, they lead to different values for the norm of S_n , as an operator on \mathcal{D}_w . We present three different norms on \mathcal{D}_w , and in each case we try to obtain the precise value of the operator norm of S_n . These results are in sharp contrast to the classical setting of the disc algebra.

Remboursements

Si vous souhaitez que vos frais de voyage et d'hébergement soient remboursés, veuillez conserver toutes vos factures détaillées, vos reçus et vos billets. Sur les reçus, il doit être indiqué que vous avez payé. Si vous allez à Québec en auto, il faudrait garder un reçu d'essence ou un billet de stationnement de la ville de Québec. Il faudrait également indiquer si d'autres participants ont fait du covoiturage avec vous.

Veuillez envoyer tous vos documents ainsi que votre adresse personnelle à l'adresse email haedrich.alexandra@uqam.ca.

Il faut compter environ 4 semaines pour que les Services financiers de l'UQAM traite le rapport de dépenses et envoient un chèque.

Reimbursements

If you would like your travel and accommodation expenses to be reimbursed, please keep all of your detailed invoices, receipts and tickets. On the receipts, it should be indicated that you have paid. If you are driving to Quebec City, you should keep a gas receipt or a parking ticket from Quebec City. You should also indicate if other participants have carpooled with you.

Please send all of your documents along with your home address to the email address haedrich.alexandra@uqam.ca.

It usually takes about 4 weeks for UQAM Financial Services to process an expense report and send out a cheque.