



$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

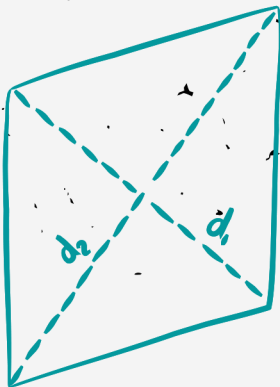
SUMM 2023

Séminaires universitaires en mathématiques à Montréal
Seminars in undergraduate mathematics in Montréal

6-7-8 JANVIER 2023

6-7-8 JANUARY 2023

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL



$$A = \frac{1}{2}$$

Mot de bienvenue / Welcome Word

Nous vous souhaitons la bienvenue à l'Université de Montréal pour la quatorzième édition des *Séminaires universitaires en mathématiques de Montréal* (SUMM). Nous sommes ravis de vous accueillir pour cette fin de semaine complète de conférences de premier cycle, comprenant 13 présentations étudiantes et cinq conférences plénières. Nous vous remercions d'être présents cette année et de prendre part à cet événement qui, nous l'espérons, vous permettra d'apprécier les mathématiques modernes en compagnie d'autres étudiants et étudiantes de mathématiques !

Cette année, nous sommes très heureux de pouvoir vous accueillir en présentiel suite à deux éditions en ligne. Ce séminaire est l'aboutissement de plusieurs mois d'organisation. Nous espérons que vous apprécierez les efforts déployés par le comité organisateur pour faire de ces séminaires une rencontre inoubliable.

Le comité organisateur des SUMM 2023

Welcome to Université de Montréal for the fourteenth *Seminars in Undergraduate Mathematics in Montreal* (SUMM). We are delighted to host this full weekend of undergraduate conferences with 13 student talks and five keynote speakers. We thank you for attending this year's event, which we hope will allow you to appreciate modern mathematics with other mathematics students.

This year, we are more than happy to host the seminars in person after two editions online. This seminar is the outcome of many months of hard work. We hope that you will appreciate the efforts that the organizing committee put into making this weekend an unforgettable one.

SUMM 2023 organizing committee

Comité organisateur / Organizing Committee

Geneviève Bistodeau-Gagnon, UdeM	Marc-André Brochu, UQAM
Mathilde Dicaire-Cartier, UdeM	Félix Houde, UdeM
Antoine Labelle, McGill	Damien LeBlanc, UdeM
Jérémy Perazzelli, UdeM	Sarah Zbida, UQAM

Remerciements / Acknowledgments

Le succès de cet événement est dû à nos généreux collaborateurs; c'est pourquoi nous aimerions remercier sincèrement pour leur soutien nos nombreux bénévoles ainsi que le Département de mathématiques et statistique de l'Université de Montréal.

The success of this event is due to our generous collaborators; this is why we would like to sincerely thank our numerous volunteers and the Department of Mathematics and Statistics at Université de Montréal.

Informations Générales / General Information

- Les SUMM 2023 auront lieu au pavillon André-Aisenstadt (2920, chemin de la Tour) de l'Université de Montréal (voir Figure 1).
- Les inscriptions se feront au salon Maurice-Labbé (local 6225).
- Les pauses café, les repas et le vin et fromage se tiendront au salon Maurice-Labbé (local 6225).
- Les conférences auront lieu au local 6214.
- Un souper au restaurant Lakshana's Chettinad aura lieu samedi soir à 17h30. L'adresse complète du restaurant est: 5623 Ch. de la Côte-des-Neiges, Montréal, QC H3T 1Y8, Canada.

-
- The SUMM 2023 will take place at pavillon André-Aisenstadt (2920, chemin de la Tour) of the Université de Montréal (see Figure 1).
 - The check-in will be in the Maurice-Labbé lounge (room 6225).
 - The coffee breaks and meals will be held at salon Maurice-Labbé (room 6265).
 - The conferences will be held in room 6214.
 - A dinner at Lakshana's Chettinad Restaurant will be held Saturday evening at 5:30 pm. The complete address of the restaurant is: 5623 Ch. de la Côte-des-Neiges, Montréal, QC H3T 1Y8, Canada.
-

Internet

Une connection internet sans fil est disponible et gratuite dans tous les bâtiments de l'Université de Montréal. Pour vous y connecter, sélectionnez le réseau Eduroam et utilisez votre adresse institutionnelle et le mot de passe qui y est associé.

Wireless internet is available for free in all University of Montreal buildings via the Eduroam system. You can access it with your home university e-mail and password.

Nourriture/Food

Bien que nous fournirons tous les déjeuners et dîners, vous aurez peut-être envie d'expérimenter la scène culinaire montréalaise! Vous trouverez ci-dessous une liste de suggestions à proximité du campus de l'Université de Montréal, mais n'hésitez pas à aller plus loin!

Although we will be providing all breakfasts and lunches, you may want to check out the Montreal culinary scene. Below are a few suggestions near University of Montreal, but do not hesitate to venture further!

- Marché du village: 5415 avenue Gatineau. *Épicerie / Grocery store.*
- Métro: 5150 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Épicerie / Grocery store.*
- Boulangerie Première Moisson: 5199 Chemin de la Côte-des-Neiges (et plusieurs autres emplacements / and many other locations). *Produits de boulangerie, de pâtisserie, de charcuterie et du prêt-à manger / Baked goods, pastries, charcuteries, ready-to-eat offerings.*
- Kebab Express: 5567 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Un classique rapide et pas cher! / Good, quick and cheap!*
- Eggspectation: 5179 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Déjeuners / Breakfasts.*

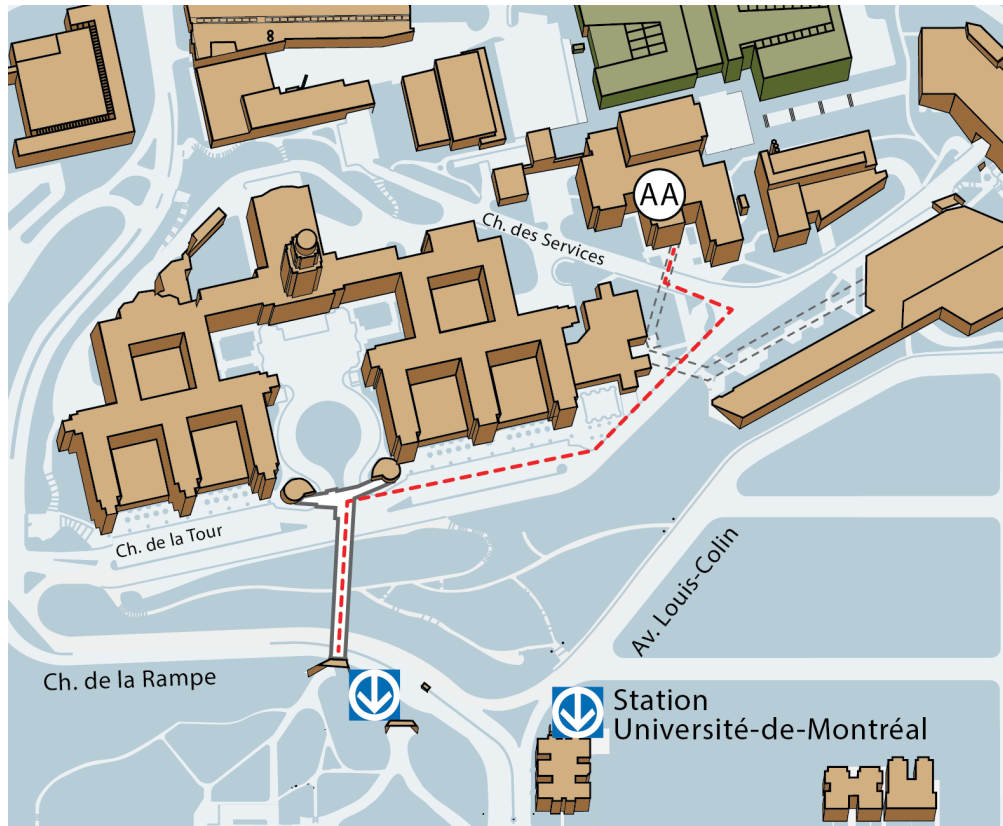


Figure 1: Itinéraire (en rouge) au pavillon André-Aisenstadt de la station de métro Université de Montréal. / Directions (in red) to pavillon André-Aisenstadt from Université de Montréal metro station.

- Tuk Tuk: 5619A Chemin de la Côte-des-Neiges. *Cambodien et thai / Cambodian and Thai.*
- Ermitage: 5024 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Plats russes et européens / Russian and European food.*
- Duc de Lorraine: 5002 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Gastronomie Française / French gastronomy.*
- Sushi Plus: 5940 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Bar à sushi avec buffet à volonté / Sushi bar with all-you-can-eat buffet.*
- Posher: 5410 Ch. de la Côte-des-Neiges. *Restaurant-bar japonais / Japanese restaurant-bar.*

Cafés

Ne vous limitez pas à ces quelques suggestions, Montréal regorge de cafés en tout genre, explorez!

Do not limit yourselves to these few suggestions, Montreal is known for its cafés, go out and explore!

- Caravane Café: 3506 avenue Lacombe.
- Brûlerie Urbaine: 5252 chemin de la Côte-des-Neiges.
- Second Cup: 5206 chemin de la Côte-des-Neiges.
- Starbucks: 5484 chemin de la Côte-des-Neiges.

Bars

Il y a une multitude de bars et pubs locaux à proximité du campus de l'Université de Montréal et si vous vous déplacez vers le centre-ville, d'autres options vous attendent encore. La majorité de ceux-ci sont ouverts jusqu'à 3h du matin et vous devez avoir au moins 18 ans pour y avoir accès. Si vous aimez la bière, profitez-en pour visiter une ou deux microbrasseries québécoises, l'expérience en vaut la peine! Rappelez-vous cependant de consommer avec modération!

There is a fine selection of local bars and pubs near University of Montréal and we have done our best to put together a shortlist. If you decide to go downtown, you'll find even more options! You need to be at least 18 years old to enter, but once you're in, most bars are open until 3:00 am. If you're a beer enthusiast, be sure to use this opportunity to taste some of Quebec's microbreweries - you won't regret it (just drink responsibly!)

- Près de UdeM/Near UdeM:

- McCarold: 5400 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Pub irlandais / Irish pub.*
- Saint-Houblon: 5414 avenue Gatineau. *Bonne sélection de bières de microbrasserie / Huge list of microbrewery beers.*
- La maisonnée: 5385 avenue Gatineau. *Bar Karaoké.*
- Les tontons flingueurs: 5190 Chemin de la Côte-des-Neiges. *Ambiance relaxe, boissons et cuisine française / Relaxed spot for French dining and drinks.*

- Ailleurs/Elsewhere:

- Dieu du ciel!: 29 av. Laurier Ouest. *Excellente microbrasserie artisanale / Amazing microbrewery.*
- Vices & Versa: 6631 boul. Saint-Laurent. *Grande sélection de bière artisanale / Vast selection of craft beer.*
- Saint-Houblon: 5414 av. Gatineau. *Ambiance relaxe et brasserie artisanale / Microbrewery with laid-back atmosphere.*
- Benelux: 245 rue Sherbrooke Ouest. *Brasserie artisanale / Microbrewery.*
- La Distillerie: 300 rue Ontario Est. *Excellents cocktails / Great cocktails.*
- Le Randolph: 2041 rue Saint-Denis. *Bar + jeux de société / Board game bar.*
- L'amère à boire: 2049 rue Saint-Denis. *Pub et brasserie artisanale / Pub and microbrewery.*

Horaire / Schedule

Vendredi, le 6 janvier / Friday, January 6	
Heure / Time	
18:00 – 18:45	Inscriptions / Check-in
18:45 – 19:00	Mot de bienvenue / Opening remarks
19:00 – 20:00	Plénière / Keynote : Adrian Iovita, Concordia <i>The Riemann zeta function, Bernoulli numbers and p-adic geometry</i>
20:00 – 22:00	Vin et fromage / Wine and cheese

Samedi, le 7 janvier / Saturday, January 7	
Heure / Time	
8:30 – 9:30	Inscriptions et déjeuner / Check-in and breakfast
9:30 – 10:00	Mathilde Côté-Toulgoat, <i>Les nombres elliptiques de Fermat, une affaire de groupes!</i>
10:00 – 10:30	Qiu Shi Wang, <i>Long-term behaviour of solutions of the Dirac equation in black hole geometries</i>
10:30 – 11:00	Pause café / Coffee break
11:00 – 12:00	Plénière / Keynote : Frédéric Rochon, UQAM <i>Le problème de la chaînette</i>
12:00 – 13:00	Dîner / Lunch
13:00 – 13:30	Francis Clavette, <i>Méditations sur l'expressivité de la logique du premier ordre</i>
13:30 – 14:00	Gabriel Levrel, <i>Determinacy of Borel Games</i>
14:00 – 14:30	William Verreault, <i>Des tours de premiers</i>
14:30 – 15:00	Pause café / Coffee break
15:00 – 15:30	Antoine Labelle, <i>Formalizing mathematics in Lean</i>
15:30 – 16:00	Geneviève Bistodeau-Gagnon, <i>Vaguer à ses occupations: modéliser les impacts des comportements sur la propagation de la COVID-19</i>
16:00 – 17:00	Plénière / Keynote : Matilde Lalín, UdeM <i>Unis pour la fonction diviseur</i>
18:00 –	Souper au restaurant <i>Lakshana's Chettinad</i> / Dinner at the restaurant <i>Lakshana's Chettinad</i>

Dimanche, le 8 janvier / Sunday, January 8	
Heure / Time	
8:30 – 9:30	Inscriptions et déjeuner / Check-in and breakfast
9:30 – 10:00	Ludovick Bouthat, <i>Le comportement asymptotique des chaînes de Markov</i>
10:00 – 10:30	Éloi Martin, <i>Évolution et effet d'appariement</i>
10:30 – 11:00	Pause café / Coffee break
11:00 – 12:00	Plénière / Keynote : Thomas Haettel, Université de Montpellier <i>Groupes de réflexions et pavages</i>
12:00 – 13:00	Dîner / Lunch
13:00 – 13:30	Activités / Activities
13:30 – 14:00	Carl Kristof-Tessier, <i>Undecidability in Mathematics</i>
14:00 – 14:30	Ludovic D'Anjou-Madore, <i>Quasicatégories et fondement des mathématiques</i>
14:30 – 15:00	Pause café / Coffee break
15:00 – 15:30	Torben Johnson, <i>AI Alignment</i>
15:30 – 16:00	Félix Houde, <i>La conjecture de Hilbert-Pólya, ou comment on tenta de résoudre l'hypothèse de Riemann</i>
16:00 – 17:00	Plénière / Keynote : Eva Knoll, UQAM <i>Le triangle et le carré, des terrains mathématiques négligés? / The triangle and the square, overlooked mathematical territory?</i>
17:00 – 17:15	Mot de fermeture / Closing remarks

Conférences plénières / Keynote Speakers

The Riemann zeta function, Bernoulli numbers and p-adic geometry, Friday, 19:00 – 20:00

Adrian Iovita, Department of Mathematics and Statistics, Concordia University

The Riemann zeta function is one of the most intriguing Mathematics objects, still mysterious after more than 100 years of study. It is a meromorphic function of the complex variable s , on the complex plane with a pole at $s=1$ and whose values at negative integers are all rational numbers expressed in terms of Bernoulli numbers.

If we fix a prime integer p , the congruences modulo powers of p of the various values of the zeta function at negative integers can be expressed in metric terms and will lead us to a surprising construction of a "p-adic zeta function", which should be seen as a p-adic avatar of the complex Riemann zeta function.

Le problème de la chaînette, Samedi, 11:00 – 12:00

Frédéric Rochon, Département de Mathématiques, UQAM

Quelle est la forme d'une corde flexible de densité constante suspendue entre deux points? Dans cet exposé, on présentera la réponse trouvée presque simultanément par Leibniz, Jean Bernoulli et Huygens en 1691 suite à un défi lancé par Jacques Bernoulli. On discutera aussi de l'importance et de l'ubiquité de cette forme en architecture et en génie civil.

Unis pour la fonction diviseur, Samedi, 16:00 – 17:00

Matilde Lalín, Département de mathématiques et de statistique, UdeM

La fonction diviseur donne le nombre de diviseurs positifs d'un nombre naturel. Comment peut-on faire pour comprendre le comportement de cette fonction lorsqu'on parcourt les nombres naturels? Dans cet exposé nous allons discuter des stratégies pour mieux comprendre cette fonction, des questions liées à la distribution des ces valeurs, et des connexions surprenantes avec la fonction zêta de Riemann et les matrices aléatoires.

Groupes de réflexions et pavages, Dimanche, 11:00 – 12:00

Thomas Haettel, Département de Mathématiques, Université de Montpellier

Nous présenterons des groupes engendrés par des réflexions orthogonales de l'espace euclidien, de la sphère ou de l'espace hyperbolique, ainsi que les pavages correspondant à ces groupes. Nous relierons la géométrie de ces pavages à la combinatoire de ces groupes vus comme ensemble de mots sur un alphabet fini.

Le triangle et le carré, des terrains mathématiques négligés? The triangle and the square, overlooked mathematical territory?, Dimanche, 16h00 – 17h00

Eva Knoll, Département de Mathématiques, UQAM

Créer de l'art mathématique signifie connecter deux disciplines que la plupart du monde considère des opposés. Cette présentation illustrera une solution possible à cette contradiction apparente. Deux formes géométriques élémentaires seront examinées pour leur application dans la création de plusieurs œuvres d'art de la présentatrice. Cela servira de contexte pour entamer une conversation sur les intuitions mathématiques à glaner à l'intérieur d'un territoire mathématique qui reste accessible sans «mathématiques de haute gamme».

Making mathematical art entail bringing together two disciplines that most people think are polar opposites. This talk will illustrate one possible way out of this conundrum. Two elementary geometric shapes will be examined for their application to the presenter's creation of a variety of artworks. It will serve as the context for a discussion on mathematical insights that can be gained within a mathematical territory that remains accessible without relying on "higher mathematics".

Conférences étudiantes / Student Talks

Les nombres elliptiques de Fermat, une affaire de groupes!

Mathilde Côté-Toulgoat, UdeM

Les courbes elliptiques sont des objets mathématiques forts intéressants ayant des utilisations dans plusieurs domaines, passant de la théorie des nombres, et la cryptographie, à la géométrie. La structure de groupe de ces courbes nous permet aussi de faire des liens intéressants entre les courbes elliptiques et les nombres de Fermat, étudiés à l'origine par les théoriciens des nombres dans l'espoir de générer des nombres premiers. Au plaisir de vous rencontrer pour un voyage au cœur des nombres elliptiques de Fermat et de la théorie des groupes!

Long-term behaviour of solutions of the Dirac equation in black hole geometries

Qiu Shi Wang, McGill

The Dirac equation is the quantum mechanical, relativistic wave equation governing the behaviour of spin $1/2$ particles. It can be studied on a wide class of oriented Riemannian manifolds, in particular the Kerr-Newman (dimension 4, charged) and Myers-Perry (dimensions 5, uncharged) rotating black hole geometries. On these spacetimes, Chandrasekhar's separation of variables procedure decouples the Dirac equation into two systems of ODEs, in the angular and radial directions. On the exterior region of the Kerr-Newman black hole, by studying the solutions of the radial ODE on a compact annulus with suitable boundary conditions, then suitably sending the boundaries of the annulus to the event horizon and infinity using estimates for the asymptotic behaviour of solutions, Finster, Kamran, Smoller and Yau obtain an integral spectral representation for the Dirac propagator. The latter integral representation describes solutions to the associated Cauchy problem with compactly supported, smooth initial conditions, which leads to a proof of the decay of the probability of presence of a Dirac particle in any compact spatial region using the Riemann-Lebesgue lemma. We use the same method and the local orthonormal frame given by Wu to prove local probability decay of a Dirac particle in the exterior region of a 5-dimensional Myers-Perry black hole, a result that Daudé and Kamran had obtained using Mourre theory.

Méditations sur l'expressivité de la logique du premier ordre

Francis Clavette, UdeM

La logique mathématique est un domaine étudiant les propriétés intrinsèques des moyens logiques utilisés en mathématiques. Se basant sur des résultats fondateurs de ce domaine, cet exposé introduira les concepts nécessaires à la formalisation de structures mathématiques en logique du premier ordre afin de présenter les théorèmes de complétude et de compacité logique. Ce dernier théorème nous permettra de constater des failles surprenantes au niveau de l'expressivité de la logique du premier ordre.

Determinacy of Borel Games

Gabriel Levrel, McGill

Presentation of the Borel determinacy theorem and a sketch of its proof.

Des tours de premiers

William Verreault, Université Laval

Tout le monde sait que tout entier strictement positif s'écrit comme un produit de premiers d'une façon unique. C'est le théorème fondamental de l'arithmétique ! Pourquoi ne pas factoriser aussi les exposants apparaissant dans cette factorisation canonique ? On obtient une «factorisation en tours» des entiers et on se demande quelle est la probabilité qu'un entier ait 1 étage, 2 étages, 3 étages,...

Cette présentation se veut accessible à tous et introductive à quelques notions élémentaires de la théorie des nombres.

Formalizing mathematics in Lean
Antoine Labelle, McGill

In 2005, the famous four color theorem was formally verified by computer, eliminating the previous doubts on the validity of the proof and providing an important proof of concept for the relevance of proof assistants to mathematicians. Since then, there has been increasing interest in the computer formalization of mathematics. One interactive theorem prover in particular, Lean, and its mathematical library mathlib, have received a lot of attention from the mathematical community in the last years. By now, most undergraduate mathematics have been formalized in Lean, together with several more advanced topics, from category theory and homological algebra to differential geometry. In this talk, we will give a hands-on overview of how this formalization process is done in practice with a live example of the coding of a proof in Lean.

Vaguer à ses occupations: modéliser les impacts des comportements sur la propagation de la COVID-19
Geneviève Bistodeau-Gagnon, UdeM

Depuis les trois dernières années, chaque vague de COVID-19 nous submerge d'informations quant à la transmission du virus, aux nombreux variants et aux mesures sanitaires. On tente constamment de prédire le plus adéquatement l'évolution de la pandémie grâce aux modèles épidémiologiques, une tâche qui s'avère ardue. Lors de cette présentation, nous plongerons dans l'univers des modèles épidémiologiques de type SIR (Susceptibles, Infectés, Rétablis), qui sont construits sous forme de système d'équations différentielles. Nous explorerons un modèle sur lequel j'ai travaillé cet été, qui incorpore un aspect unique de la pandémie, soit la perception de la population. Qu'est-ce qui motive la population à adhérer aux mesures sanitaires? Quelles sont les motivations à long terme? À court terme? Nous discuterons du modèle construit et de ses implications, tout en s'assurant de l'existence et de l'unicité des solutions!

Le comportement asymptotique des chaînes de Markov
Ludovick Bouthat, Université Laval

Dans les dernières années, un certain intérêt a été consacré à l'étude des chaînes de Markov formées par des matrices doublement stochastiques. Ces chaînes apparaissent naturellement dans de nombreuses applications concrètes, dont notamment les mesures quantiques. Dans cette présentation accessible, nous procédons à la caractérisation du comportement asymptotique d'une chaîne de Markov doublement stochastique homogène dans le temps. En particulier, nous caractérisons les matrices doublement stochastiques dont la chaîne de Markov associée (1) décrit un cycle ; (2) converge vers une matrice donnée ; et (3) diverge. De plus, nous fournissons une nouvelle condition suffisante pour que le produit infini de matrices doublement stochastiques $A_1 A_2 A_3 \dots$ converge vers un multiple scalaire de la matrice formée uniquement de 1, améliorant ainsi un résultat de Schwarz.

Évolution et effet d'appariement
Éloi Martin, UdeM

la question de l'évolution de la coopération préoccupe depuis longtemps les biomathématiciens. Des progrès en théorie des jeux ont permis de mettre à jour plusieurs des mécanismes qui permettent cette évolution. Dans cette conférence, on s'intéressera à l'un d'entre eux : l'appariement positif, ou la tendance des individus similaires à se regrouper.

Undecidability in Mathematics
Carl Kristof-Tessier, McGill

We give a summary of Bjorn Poonen's paper "Undecidability Problems: a Sampler". This includes a small historical introduction to undecidability, how one usually proves that certain problems are impossible to solve. Finally, we list a few fun and surprising examples in various fields throughout mathematics.

AI Alignment

Torben Johnson, Université Laval

As machine learning continues to grow, it is important to ensure that the optimization of the specified objectives is aligned with our human values. How do we mathematically guarantee that what we ask for is what we truly want? A quick analogy of the problem is king Midas's wish for "everything" he touches to turn into gold. This discussion with the audience will introduce some of the open problems in the field such as convergent instrumental goals, corrigibility and embedded agency.

Quasicatégories et fondement des mathématiques

Ludovic D'Anjou-Madore, UQAM

Une proposition contemporaine de fondement des mathématiques est la théorie homotopique des types, basée sur l'intuition qu'un type (en logique) doit être pensé comme un espace (topologique - en l'occurrence). Pour approfondir ce lien, nous ferons un (très bref) compte rendu de l'interaction entre certaines quasicatégories et les tribus. Il reste encore une part d'incompréhension dans la relation entre ces deux concepts. Si le temps nous le permet, nous discuterons de ce qui est à combler.

La conjecture de Hilbert-Pólya, ou comment on tenta de résoudre l'hypothèse de Riemann

Félix Houde, UdeM

Dans les conférences destinées au grand public ou aux étudiants, lorsque l'on parle de la célèbre hypothèse de Riemann, on s'intéresse habituellement au "pourquoi" de la conjecture, en parlant de son lien surprenant avec la distribution des nombres premiers et en n'oubliant pas de rappeler que trouver la preuve de cet énoncé est l'un des problèmes les plus difficiles des mathématiques modernes. Dans cette présentation, il sera plutôt question du "comment". On s'intéressera à la très intéressante conjecture de Hilbert-Pólya, selon laquelle les zéros non-triviaux de la fonction zêta de Riemann correspondraient aux valeurs propres d'un certain opérateur dans un espace de Hilbert, qui constitue un angle d'attaque possible pour tenter de résoudre le fameux problème.

Commanditaires / Sponsors

Soutien financier / Financial support



McGill

UQÀM



- Institut des sciences mathématiques (ISM)
- Centre de recherches mathématiques (CRM)
- Université du Québec à Montréal
 - Département de mathématiques
 - Faculté des sciences
 - Service à la vie étudiante
- McGill University
 - Department of Mathematics and Statistics
- Université de Montréal
 - Association des étudiants en mathématiques et statistique