VOLUME 8 | NUMÉRO 3 | AVRIL 2023

L'AXIOMATIQUE

LE JOURNAL DE L'ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS ET ÉTUDIANTES
EN **MATHÉMATIQUES** ET **STATISTIQUE** À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Le profilage géographique et la formule de Rosso

Gagnants du concours

La théorie de la spéculation : aux origines de la finance mathématiques

6 Questions à François Lalonde

SOMMAIRE

FAÉCUM

CETTE ÉDITION EST RÉALISÉE GRÂCE À L'APPUI FINANCIER REÇU DE **LA FÉDÉRATION DES ASSOCIATIONS ÉTUDIANTES DU CAMPUS DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

L'ÉQUIPE DE L'AXIOMATIQUE

RÉDACTEUR EN CHEF
SIMON LUANGXAY

GRAPHISTES
HAFSATOU ASMAA SALL
SIMON LUANGXAY

CORRECTEURS
SIMON TRAN
ÉLISABETH SÉGUIN
GABRIELLE RAINVILLE

CHRONIQUEURS
MATHIEU PINEAULT
SILVIA BAHAMONDEZ
KAMEN DAMOV
VINCENT CHRÉTIEN
EVENSON AUGUSTE
ANNE CLÉROUX
BÉATRICE HAJJAR
ÉLOI MARTIN
JULIEN HÉBERT-DOUTRELOUX
ALAIN DIDIER NOUTCHEGUEME
MARCOS ABRAHAM JERUSEWICH

REMERCIEMENTS
Dr. FRANÇOIS LALONDE
FRANCIS CLAVETTE

POUR NOUS JOINDRE

COURRIEL
LAXIOMATIQUE@GMAIL.COM

SITE WEB
WWW.LAXIOMATIQUE.COM

FACEBOOK
FACEBOOK.COM/LAXIOMATIQUE

ΔΜΣ

NOUVELLES

C'EST LE TEMPS DE PASSER LE FLAMBEAU

Je vois l'Axiomatique comme une flamme alimentée par la passion et la créativité de ces membres. Cette flamme que Linda a allumée ne cessa pas de brûler et fut transmise à Pierre-Olivier, qui, à son tour, me la donna. Aujourd'hui, ce flambeau ne s'éteindra pas de sitôt : c'est Simon Tran et la nouvelle équipe du journal qui prendront la relève. Je suis certain qu'ils feront un excellent travail et qu'ils transmettront cette tradition à la prochaine génération de « matheux ». Je le répète souvent et je vais le redire encore une fois, mais le journal n'existerait pas sans cette équipe d'étudiants et d'étudiantes talentueux, intelligents, passionnés, créatifs et impliqués.

La preuve, après trois ans d'implication dans ce projet, j'ai eu l'opportunité de côtoyer ces fabuleuses personnes que je considère aujourd'hui pour la majorité des ami.e.s précieux dans ma vie. Bref, le journal, ce sont des rencontres incroyables, une opportunité d'implication unique, des découvertes de sujets dont je ne me serais jamais intéressé si l'on ne m'avait pas parlé, un nouveau passe-temps, mais aussi une façon de s'améliorer en tant qu'être humain.

Évidemment, je ne t'oublie pas, cher lecteur, qui nous suit à chaque édition (ou presque). Je te remercie infiniment.

Sur ce, je vous souhaite une bonne continuation et une bonne lecture!

SIMON LUANGXAY,
RÉDACTEUR EN CHEF

ÇA FINIT BIEN LA SESSION!

Avec la fin de l'année scolaire qui approche, on regarde derrière notre épaule et on se remémore le travail accompli. L'année qui se conclut a apporté son lot de défis et vous avez réussi à les relever avec courage et rigueur. Félicitations! De plus, je voulais vous dire à quel point vous représenter au conseil exécutif de l'AEMSUM a été un grand plaisir cette année! J'espère que ce plaisir a été partagé et que vous avez apprécié le travail accompli par le conseil cette année. Une bonne main d'applaudissement à tous les membres de l'exécutif pour leur travail continu tout au long de l'année! Ça a été un plaisir de travailler à vos côtés. C'est avec le cœur serré que je quitterai mon poste à la fin du mois d'avril, moment où le/la prochain.e président.e sera élu.e lors de la prochaine assemblée générale. Je vous souhaite du succès dans votre parcours et bonne chance pour la suite des choses!

MATHILDE CÔTÉ-TOULGOAT,
PRÉSIDENTE DE L'AEMSUM

PROGRAMME D'ACTIVITÉS EN AVRIL

Voici les dates à retenir :

- **12 avril :** Soirée d'étude
- **28 avril :** Assemblée générale
- **28 avril :** Party de fin de session au bar Nestor

Regardez vos courriels et suivez le groupe Facebook de l'AEMSUM pour avoir les détails des activités à venir!

MATHILDE DICAIRE-CARTIER,
COORDONNATRICE À LA VIE ÉTUDIANTE

LE CLUBMATH CONNAÎT UN HIVER 2023 CANON, ET CE N'EST PAS TERMINÉ !

Au retour du congé hivernal, le Clubmath a reçu Frédéric Dupuis, professeur agrégé au DIRO, pour la première conférence de la session. Ce dernier nous a présenté une conférence intitulée Formalisation des mathématiques avec l'assistant de preuves Lean. En débutant avec une petite histoire sur les efforts de formalisation des mathématiques au début du 20e siècle, nous nous sommes ensuite penchés sur la réalisation de preuves d'énoncés concrets avec l'outil de Lean. The Natural Number Game fut un jeu virtuel suggéré par le conférencier pour apprendre à prouver des énoncés arithmétiques avec Lean d'une manière guidée.

(https://www.ma.imperial.ac.uk/~buzzard/xena/natural_number_game/)

La semaine suivante, le Clubmath a accueilli Jonathan Godin, chargé de cours au DMS, qui a fait converger mathématicien.ne.s et physicien.ne.s à son exposé sur la théorie du potentiel complexe intitulé Potentiel en mathématiques. Nous avons pu étudier la diffusion de chaleur, l'écoulement de fluides et la charge électrique à l'aide de l'analyse complexe. On a même pu y voir comment calculer la forme d'une aile d'avion ! Après une pause momentanée pour l'assemblée générale de l'AEMSUM, le Clubmath est revenu en force avec une présentation de Chantal David, professeure titulaire au département de mathématiques et de statistique de l'Université Concordia, intitulée Biais pour les premiers successifs dans les progressions arithmétiques.

À la suite d'une introduction à des résultats classiques sur la distribution des nombres premiers, on s'est intéressé à des biais plutôt surprenants constatés dans la distribution des nombres premiers successifs dans les progressions arithmétiques. Ces biais sont expliqués par des résultats récents en théorie analytique des nombres.

Pour la dernière conférence avant la semaine des examens et de la Relâche, Janie Coulombe, professeure adjointe au DMS, a fait son entrée au Clubmath avec une conférence nommée Introduction à l'inférence causale et aux diagrammes causaux. Au cours de celle-ci, on a abordé le sujet de l'étude de l'inférence causale en statistique et l'on a présenté des hypothèses suffisantes à la dérivation de résultats en inférence causale. Finalement, Janie Coulombe nous a expliqué le fonctionnement et l'importance des diagrammes causaux dans le domaine statistique.

Au retour de la Relâche, le Clubmath a reçu Pierre-Alexandre Mailhot, étudiant au doctorat au DMS, qui a synthétisé ses connaissances sur les aspects mathématiques de la production numérique de musique dans sa présentation Chirurgie spectrale : les mathématiques des filtres numériques. On y a d'abord vu les mathématiques des filtres analogiques, puis numériques, qui sont liés aux séries et aux intégrales (numériques) de Fourier. On a même eu droit à une démonstration de l'application de filtres numériques à la fin de la présentation !

Le 15 mars, Florian Maire, professeur adjoint au DMS, a éclairé le public avec son exposé L'aléatoire artificiel des algorithmes Monte Carlo & Co. Quelques bases de la simulation de variables aléatoires et une méthode permettant de résoudre un problème de calcul important en statistique bayésienne en y injectant de l'aléatoire à l'aide d'une méthode de type Monte Carlo. Ensuite, on a étudié plusieurs exemples où l'application de ces méthodes était plus ou moins facile.

Le Clubmath ne s'arrêtera pas en si bon chemin ! Le comité est fier de vous présenter d'excellents conférenciers en mathématiques pures et appliquées pour conclure l'année académique. Le 22 mars, Morgan Craig, professeure adjointe au DMS, sera au Clubmath. On terminera le trimestre en beauté avec Marc-Antoine Trahan et Charles Senécal, étudiants à la maîtrise au DMS, qui présenteront respectivement le 29 mars et le 5 avril.

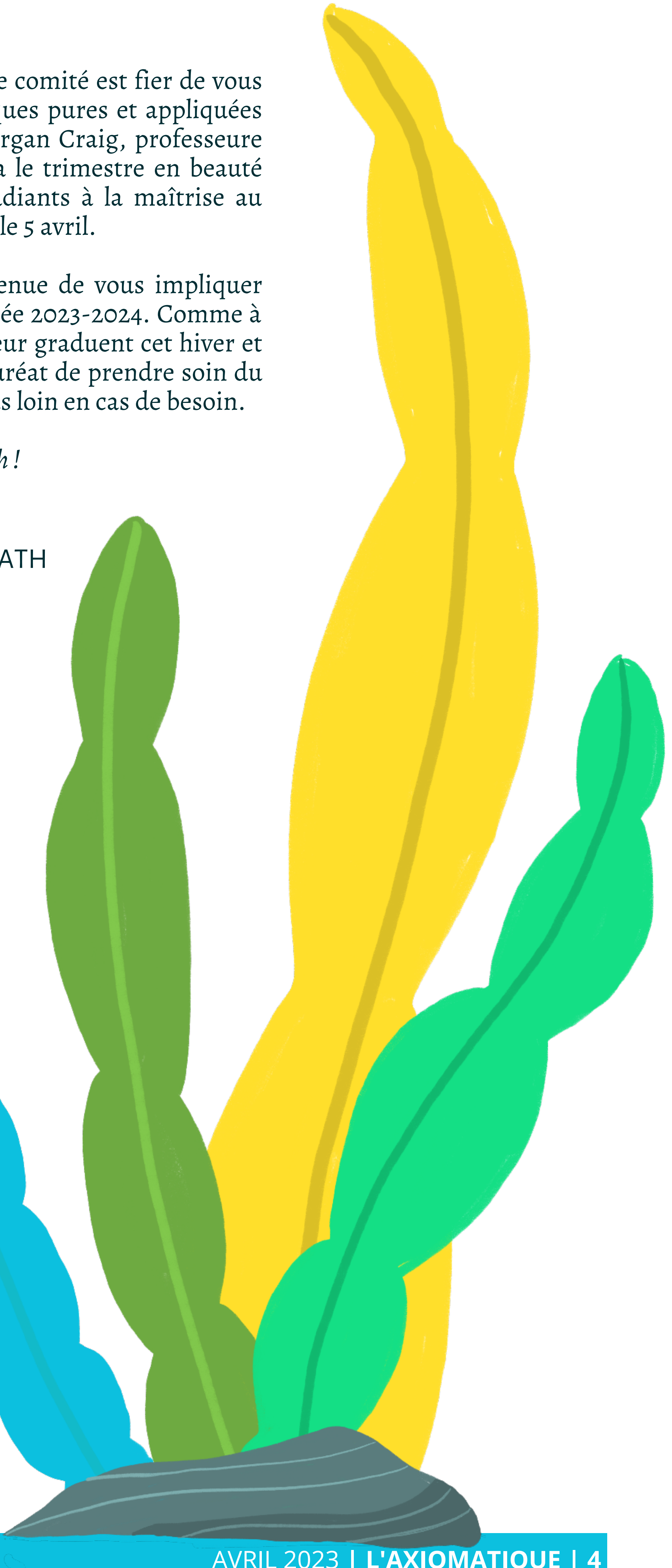
Aux nouveaux adeptes du Clubmath, l'heure est venue de vous impliquer dans l'organisation de ce fleuron du DMS pour l'année 2023-2024. Comme à l'habitude, plusieurs membres du comité organisateur graduent cet hiver et laisseront la chance à d'autres étudiants du baccalauréat de prendre soin du Clubmath ; les « anciens » ne seront tout de même pas loin en cas de besoin.

Contactez-nous par Facebook ou à un membre du Clubmath !

FRANCIS CLAVETTE,
AU NOM DU COMITÉ ORGANISATEUR DU CLUBMATH

https://dms.umontreal.ca/~clubmath/

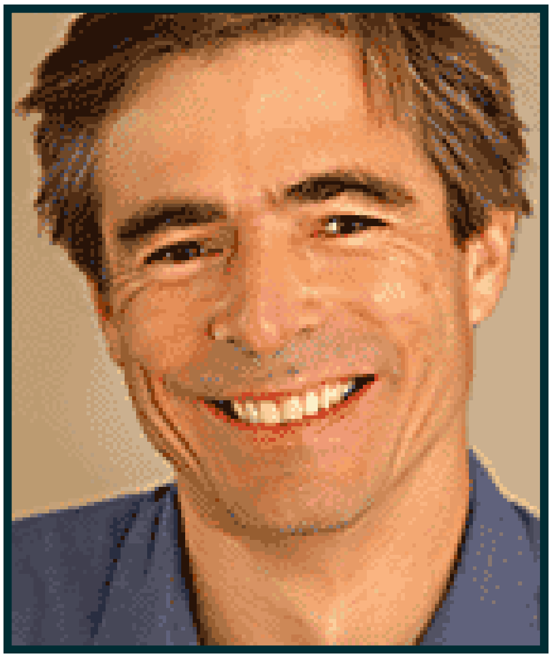
CLIQUEZ POUR Y ACCÉDER



6 QUESTIONS À FRANÇOIS LALONDE

Comment s'est déroulé votre parcours académique et professionnel?

Commençons par le début. Je suis assez indomptable; on ne peut m'arrêter ! J'ai sauté trois années au total : j'ai commencé un an plus tôt, puis j'ai sauté une année au primaire et une autre au secondaire. J'ai fait mon cégep en sciences pures et je savais que ma discipline la plus faible était la physique. Étant donné que j'étais très orgueilleux, j'ai décidé de faire mon baccalauréat en physique.



À cette époque, le programme bidisciplinaire math-physique n'existait pas encore, donc j'ai dû compléter le bac spécialisé en physique en trois ans puis passer une année supplémentaire à 45 crédits pour le parcours mathématique. Dès le début, je savais que je ne voulais pas rester en physique, mais la matière m'inspirait et j'ai donc décidé de compléter le bac. Après mes quatre ans au bac, je suis tombé à la maîtrise en informatique théorique sur la NP complétude d'un problème qui était très proche du problème d'isomorphisme des graphes. Après ma maîtrise, j'ai fait un doctorat d'État à l'Université de Paris-Saclay comme boursier du CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada) et un postdoctorat à l'Institut des Hautes Études Scientifiques (IHES). D'ailleurs, je crois être la dernière personne à avoir fait un doctorat d'État parce que ce programme a ensuite disparu. À l'époque, l'université s'appelait Paris-Orsay et elle était classée première internationalement en mathématique et neuvième en physique.

Bref, j'ai passé un séjour inspirant de deux ans où j'ai pu construire un réseau de contacts avec plusieurs mathématiciens de renommée. Cela étant, je suis revenu au Canada et j'ai choisi d'aller à l'UQÀM parce qu'il y avait là-bas deux excellents mathématiciens, André Joyal et Jacques Hurtubise. De plus, je voulais contribuer à construire cette jeune université. Quand je suis arrivé en 1985, j'ai immédiatement fondé le Centre interuniversitaire en géométrie différentielle et topologie (CIRGET) et j'ai participé activement à construire le département de mathématiques pendant 15 ans. J'ai également cofondé l'Institut des sciences mathématiques (ISM) dont j'ai dirigé de 1996 à 2000. Finalement, j'ai fondé l'Institut transdisciplinaire en informations quantiques (INTRIQ) avec Gilles Brassard et Michael Rilke. Au moment où les chaires de recherches du Canada sont arrivées en 2000, j'ai décidé de venir à l'Université de Montréal. L'UQÀM et l'UdeM m'avaient toutes deux offert une chaire de recherche, alors je devais faire un choix. La vice-rectrice de l'UQÀM m'a fait venir à son bureau pour me demander pourquoi je voulais passer à l'Université de Montréal. J'ai répondu que je suis un bâtisseur et que j'avais 15 ans à construire l'UQÀM. À ce moment-là, j'avais un autre défi en tête, c'est-à-dire contribuer à bâtir le département de mathématiques et de statistique de l'Université de Montréal. Ainsi, j'ai été responsable du Séminaire de mathématiques supérieures et j'ai été directeur du CRM pendant six ans à l'UdeM. Maintenant, je suis fier de dire qu'on a un département avec des professeurs chevronnés qui ont la passion d'enseigner.

Vous aviez fait vos études en physique, en mathématiques et en informatique théorique. Qu'est-ce qui vous a mené au choix de ces domaines et plus précisément les mathématiques?

La chose que j'ai la moins aimée pendant mon bac en physique, c'étaient les laboratoires! À la base, on est censé faire une expérience pour voir ce que ça donne, mais on avait déjà un cahier avec un protocole et des résultats prédéterminés dans lequel il fallait rédiger un rapport sur l'expérience. Tout était fait d'avance, il n'y avait donc aucune originalité à apporter! Théoriquement, on connaissait déjà la réponse, mais si l'on n'arrivait pas au bon résultat, alors on avait un mauvais rapport et ainsi une mauvaise note. Mes résultats ne correspondaient jamais tout à fait à ce qui était attendu. Franchement, ça m'ennuyait ! Je comprends très bien la passion de faire des découvertes expérimentales à la Marie Curie, mais le baccalauréat en physique n'était pas cela : tout est déjà prévu.

Pouvez-vous nous parler davantage de vos travaux de recherche?

Ma première grande découverte et le plus grand résultat de ma maîtrise fut ma preuve de la NP complétude d'un problème significatif de la théorie des graphes. C'est essentiellement un problème de logique et d'informatique théorique. En gros, la NP complétude calcule le degré de complexité d'un algorithme donné, donc, par exemple, est-ce qu'on peut faire le problème en temps exponentiel ou en temps polynomial. En démontrant la NP complétude, on montre que si le problème est polynomial, alors tous les autres problèmes NP, peu importe lesquels, sont polynomiaux. Un fait amusant était qu'à l'époque, Gert Sabidussi, mon professeur qui dirigeait ma maîtrise et professeur à l'Université de Montréal, ne m'avait même pas mentionné ce problème. Il m'avait peut-être parlé pendant une dizaine de minutes sur les sujets de la NP complétude et de la complexité des algorithmes, puis j'ai immédiatement compris les concepts. Par la suite, j'ai travaillé pendant cinq jours sur mon problème et je l'ai résolu.

Ensuite, mon autre grande découverte était en topologie différentielle pendant mon doctorat d'État. Il fallait inventer une nouvelle théorie qui était entre la frontière de la topologie différentielle et les équations aux dérivées partielles sur des variétés (des espaces courbes). Quand j'étais à Paris de 1983 à 1985, je me suis immergé dans l'univers de la topologie symplectique qui naissait à cette époque-là. D'ailleurs, ce sujet a gagné en popularité en 1985 grâce à l'article de Gromov (Mikhail Gromov à IHES), donc on peut dire que je me suis retrouvé en plein cœur de l'action. À Paris-Orsay, étant donné que j'étais un postdoctorant, on m'avait été invité dans un grand local avec 6 ou 7 chercheurs et la plupart de ceux-ci travaillaient en topologie de base dimensionnelle, donc je n'avais pas grand-chose à échanger avec eux, car ce n'était pas du tout le sujet sur lequel je travaillais. Puis, je ne sais pas ce qui est arrivé, mais François Laudenbach, professeur à Paris-Orsay, m'a invité dans son bureau où il y avait deux pupitres, l'un pour lui et l'autre pour Henri Cartan À chaque vendredi, Cartan, un des grands mathématiciens au monde, venait dans son bureau et François me demandait alors d'aller faire une marche. Autrement dit, j'ai passé deux ans à utiliser le pupitre d'Henri Cartan, ce qui n'est pas rien, car c'était comme si j'avais travaillé sur le bureau d'Einstein dans le temps. Bref, c'est à partir de ce moment-là que je me suis intéressé à la topologie symplectique et mes recherches portent la majeure partie du temps sur cela.

Vous donnez souvent le cours sur l'histoire des mathématiques MAT2531. Quels sont vos intérêts et objectifs derrière ce cours?

En gros, la philosophie, c'est la mère des sciences. Au 17e siècle, la seule science qui était vraiment développée était les mathématiques, il n'y avait généralement pas de différences entre philosophes, mathématiciens et scientifiques. Or, la philosophie, l'histoire, la littérature et les sciences, ce sont des sujets qui m'ont toujours intéressé. Il faut comprendre que le cours sur l'histoire des mathématiques, tel que je l'enseigne, est un cours interdisciplinaire exigeant. À chaque séance, je raconte l'histoire, le contexte militaire et politique de chaque pays. Que ça soit des lectures de vieux livres philosophiques ou des notes de centaines de pages à modifier pour que le tout soit digeste aux étudiants, construire ce cours exige beaucoup de travail, de préparation et de culture générale. C'est un défi que j'aime relever! Toutefois, du point de vue de l'étudiant, c'est une peu plus facile, car je rends le cours digeste et adapté à leur compréhension. Je donne des problèmes et des sujets bien détaillés, ainsi les étudiants peuvent suivre les leçons dans un temps raisonnable. À ma connaissance, c'est peut-être le cours qui demande le plus de préparation au professeur. C'est probablement pour cette raison qu'aucun professeur ne veut le donner :-). Hormis le MAT2451, j'ai construit et enseigné une vingtaine de cours, une dizaine au bac et une dizaine au niveau gradué. Normalement, je donnerais quatre classes par année, mais comme ancien chercheur boursier du CRSNG, ensuite boursier Killam et enfin titulaire d'une chaire de recherche du Canada, je n'ai jamais donné plus de deux cours par année. En contrepartie, j'ai supervisé plus de 90 étudiants aux baccalauréats, aux cycles supérieurs et au postdoctorat. J'adore donner des cours nouveaux, mais je n'enseignerais pas un même sujet plus de deux ou trois fois, sauf exception. Pour moi, donner le même cours trop de fois devient redondant et moins motivant.

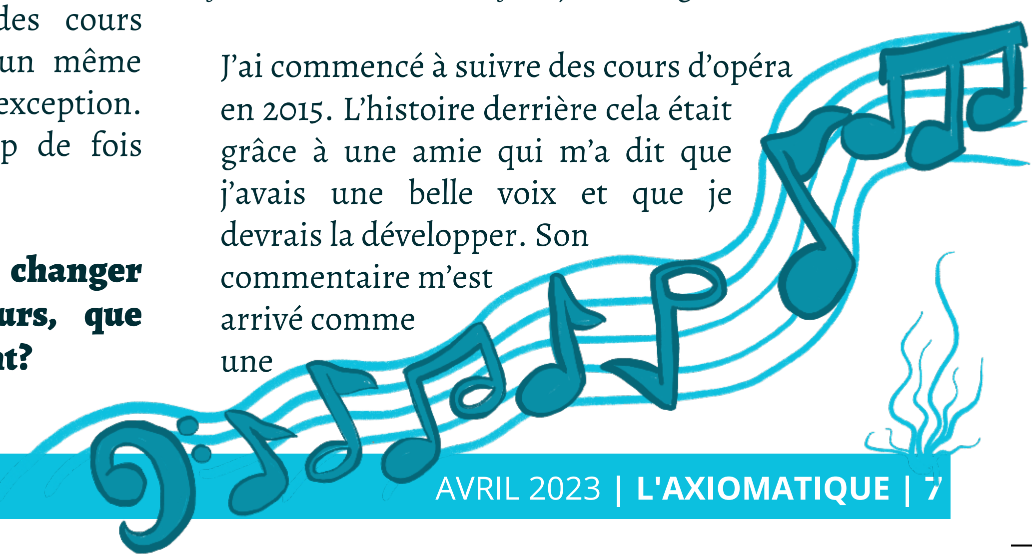
Si vous aviez l'opportunité de changer quelque chose dans votre parcours, que choisiriez-vous de faire différemment?

Je ne crois pas que je changerais quoi que ce quoi. Avant d'entrer au cégep, je ne savais pas très bien ce que j'allais faire dans la vie. Il y'avait trop de choses qui m'intéressaient et c'était cela le problème. Autrement dit, si l'on a du talent dans plusieurs disciplines, il faut absolument choisir une spécialisation. Parce que si l'on ne choisit pas, on restera amateur dans plusieurs domaines et donc pas très utile à la société. Et, sur le plan humain, creuser un domaine à fond et y faire des découvertes, c'est la plus belle chose. Quand j'ai fait mes baccalauréats, j'aurais seulement espéré que les professeurs soient d'un niveau un peu plus élevé à cette époque-là. Au début des années 60-70, le Canada n'était pas très avancé sur le plan mathématique, il y'avait seulement la combinatoires et l'algèbre qui étaient développées. Aujourd'hui, ça a beaucoup changé, on a beaucoup de professeurs compétents qui enseignent très bien et qui sont des sommités dans leur domaine.

Nous avons trouvé une vidéo du Centre de recherches mathématiques (CRM) dans laquelle vous chantiez de l'opéra. D'où viennent ce talent caché et cet intérêt pour le chant?

(Début d'un petit récital). Pour moi, le chant est un instrument portatif extraordinaire : c'est le seul domaine de la musique où l'on n'a pas besoin de transporter du matériel. Cela revient au même principe qu'avec les mathématiques, on peut faire les maths n'importe où et n'importe quand. De plus, je trouve que le chant libère le corps et l'esprit, ça nous rend actif et ça réjouit les gens.

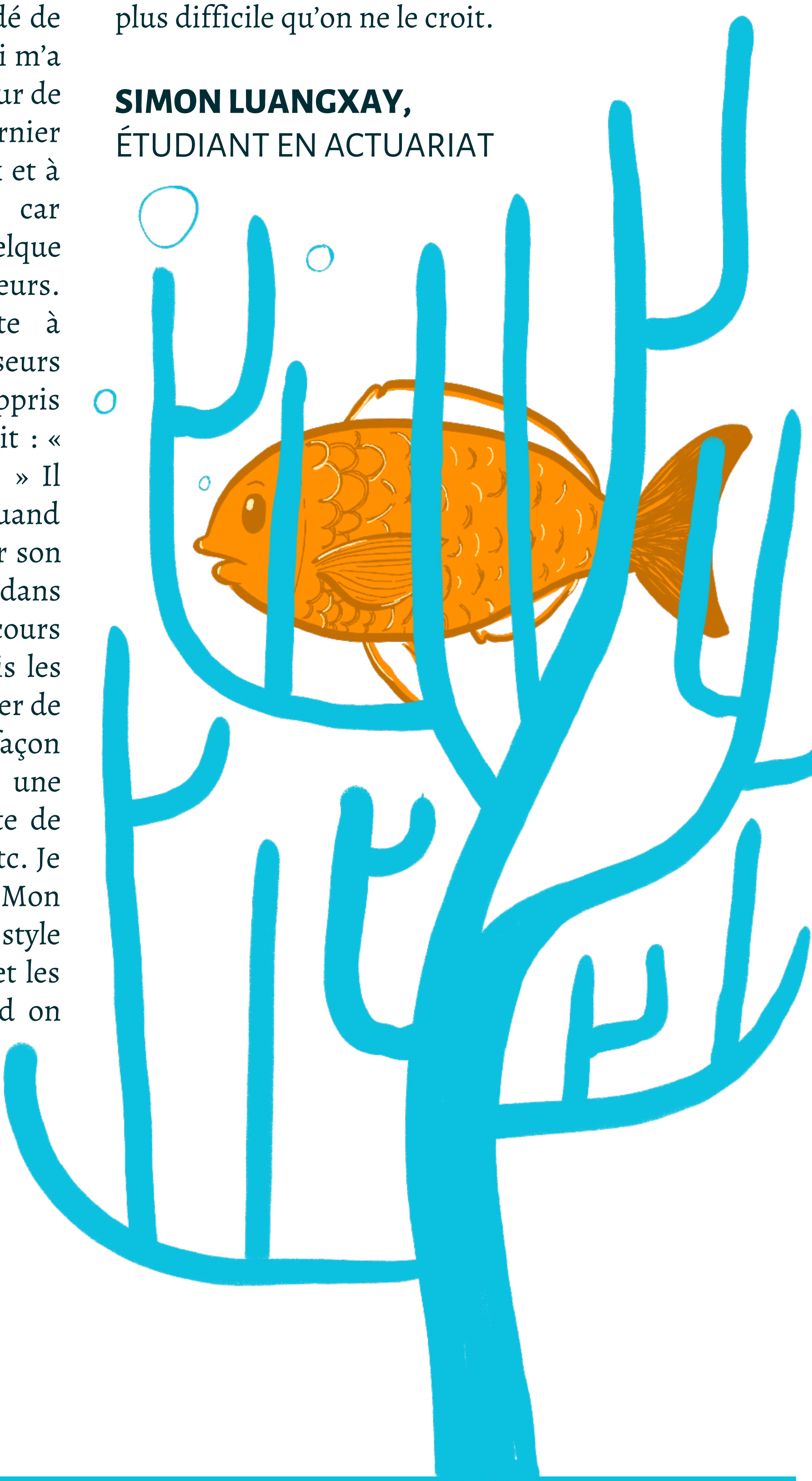
J'ai commencé à suivre des cours d'opéra en 2015. L'histoire derrière cela était grâce à une amie qui m'a dit que j'avais une belle voix et que je devrais la développer. Son commentaire m'est arrivé comme une

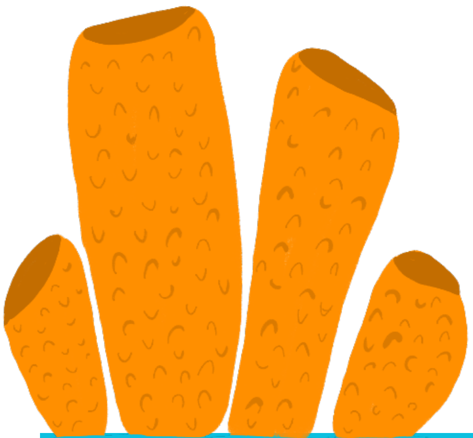


surprise, car j'ai toujours pensé que je faussais depuis la puberté et que le chant n'était donc pas fait pour moi. À ce moment-là, la musique était le seul domaine important dans mavie que je n'avais pas développé. J'avais déjà pris des cours de piano lorsque j'étais jeune, mais à part cela, je pensais que je n'avais pas de talent musical. J'y ai alors longuement réfléchi, puis j'ai finalement décidé de contacter le doyen de la faculté de musique qui m'a mis en contact avec John Fanning, un professeur de la faculté. Grand chanteur d'opéra, ce dernier produisait au Metropolitan Opera à New York et à l'opéra de Paris. C'est ce que je voulais, car lorsqu'on commence l'apprentissage de quelque chose, il faut toujours débuter avec les meilleurs. C'est comme au bac : quand on débute à l'université, on veut avoir les meilleurs professeurs qui nous enseignent. Avec John Fanning, j'ai appris l'essentiel en peu de temps. Surtout, il m'a dit : « Quand on chante, on chante pour les dieux. » Il voulait dire que l'art est surnaturel, et que quand on chante, on se donne, et que l'on doit porter son public à quelque chose qu'il n'a jamais connu, dans la puissance de la voix. Au bout d'un an, les cours devenaient un peu répétitifs et j'avais compris les bases du chant. Alors, j'ai commencé à composer de la musique et j'ai continué à apprendre d'une façon autodidacte. Jusqu'à présent, j'ai dû faire une quarantaine de compositions dans toute sorte de style, que ça soit de l'opéra, du jazz, du rock, etc. Je chante en français, anglais et allemand. Mon prochain projet c'est de faire une chanson de style heavy rock metal en latin. Toutefois, l'album et les publications ne sortiront pas de sitôt! Quand on fait quelque chose, il faut que ça soit parfait.

Pour l'instant, les maths me prennent toute la tête et j'ai plusieurs étudiants sous ma supervision, donc ce sera un projet à revoir dans le futur. J'aimerais aussi avoir le temps un jour de revenir à l'écriture : essais, romans. Pour moi, rédiger un essai est aisé, mais je me suis toujours cassé les dents dans mes tentatives d'écrire un roman. C'est plus difficile qu'on ne le croit.

SIMON LUANGXAY,
ÉTUDIANT EN ACTUARIAT





L'ALPHA TENSOR S'ATTAQUE AUX PROBLÈMES DE MULTIPLICATION MATRICIELLES COMPLEXES

Le nouvel algorithme de DeepMind pour la multiplication de matrices est une avancée majeure dans le domaine de l'apprentissage machine et de l'intelligence artificielle. La multiplication de matrices est une opération mathématique couramment utilisée dans les réseaux de neurones profonds mais aussi dans de nombreuses branches de l'informatique. Cependant, la multiplication de matrices peut être très coûteuse en termes de temps de calcul, en particulier pour de grandes matrices.

Le nouvel algorithme de DeepMind, appelé "AlphaTensor", vise à résoudre ce problème en utilisant une méthode plus efficace pour effectuer la multiplication de matrices. Contrairement aux méthodes traditionnelles, qui effectuent la multiplication en une seule étape, AlphaTensor utilise une approche en plusieurs étapes, qui permet de diviser la multiplication de matrices en sous-tâches plus petites et plus gérables.

Cette approche est rendue possible grâce à une technique appelée "contraction de tenseur", qui consiste à réduire la taille des tenseurs (ou matrices) en combinant des dimensions. Cette technique est utilisée dans de nombreux domaines, tels que la physique des particules et la chimie quantique, mais elle n'a pas été largement utilisée dans l'apprentissage machine jusqu'à présent.

AlphaTensor utilise également des techniques de parallélisation pour accélérer le traitement, en utilisant plusieurs cœurs de processeur pour effectuer les calculs en même temps. Cette combinaison de techniques permet d'obtenir des performances supérieures à celles des méthodes traditionnelles, en particulier pour de grandes matrices.

Les résultats de cette nouvelle approche sont impressionnants. Dans un test réalisé par DeepMind, AlphaTensor a réussi à multiplier deux matrices de 10 000 x 10 000 en seulement 0,17 secondes, contre environ 1 seconde pour les méthodes traditionnelles. Ces résultats ont des implications importantes pour l'ensemble du domaine de l'apprentissage machine, en permettant notamment des calculs plus rapides et plus efficaces pour une variété d'applications.

Cependant, il y a aussi des limites à cette approche. AlphaTensor est plus complexe que les méthodes traditionnelles, ce qui peut rendre sa mise en œuvre plus difficile. De plus, il n'est pas toujours clair qu'il sera plus efficace que les méthodes traditionnelles pour de plus petites matrices.

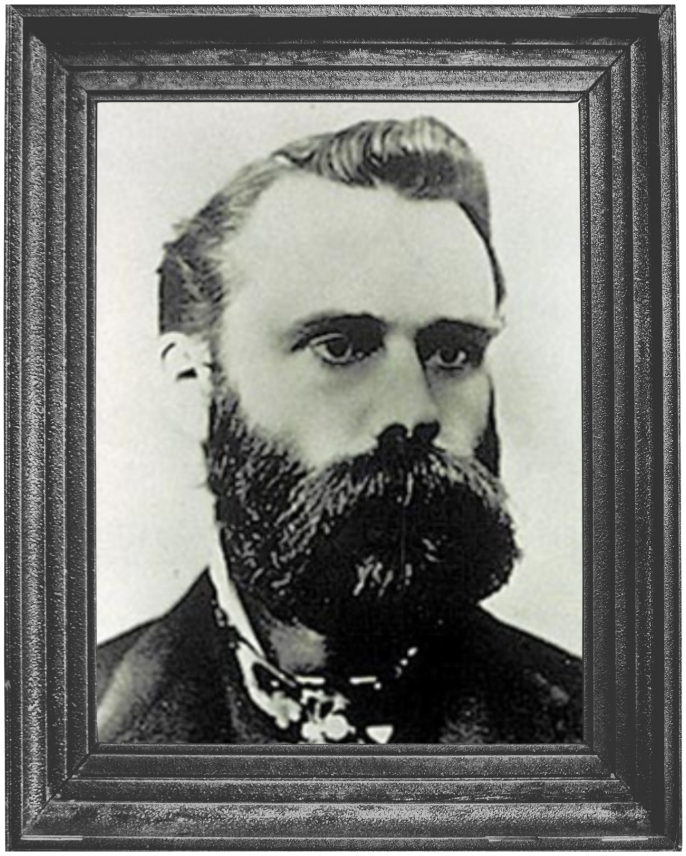
En conclusion, le nouvel algorithme de DeepMind pour la multiplication de matrices est une avancée importante dans le domaine de l'apprentissage machine. En utilisant des techniques de contraction de tenseur et de parallélisation, l'AlphaTensor permet des calculs plus rapides et plus efficaces pour de grandes matrices. Cependant, sa mise en œuvre peut être plus difficile que les méthodes traditionnelles.

KAMEN DAMOV,
ÉTUDIANT EN MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE

LA THÉORIE DE LA SPÉCULATION

AUX ORIGINES DE LA FINANCE MATHÉMATIQUE

Le 29 mars 1900, un mathématicien du nom de Louis Bachelier, âgé de 30 ans, soutient sa première thèse sur la théorie de la spéculation avec un jury composé de Paul Appell, Joseph Boussinesq et Henri Poincaré. Bien qu'il ait obtenu la mention honorable et que sa thèse ait été appréciée par Henri Poincaré, il n'a pas reçu un accueil favorable par le milieu scientifique de l'époque et n'a pas été pris au sérieux par la communauté financière. « Il faudra attendre les années 1970, le développement de l'industrie financière aux États-Unis et les progrès théoriques auxquels sont attachés les noms de Black, Scholes et Merton, pour que s'impose l'idée que les cours des actifs sont régis par des processus de diffusion et que l'on peut s'en servir pour calculer les cours des produits dérivés. » *Ivar Ekeland*. Marginalisé par la communauté mathématique française de l'époque à cause de sa théorie très avant-gardiste, Louis Bachelier a un "manque de reconnaissance" aujourd'hui dans le domaine de la finance mathématique.



Louis Bachelier (1870 - 1946)

« Je m'appelle Jordan Belfort. L'année de mes 26 ans, à la tête de ma propre firme de courtage, je me suis fait 49 millions de dollars, ce qui m'énerva vraiment, car ça faisait à peine un million par semaine. » *Jordan Belfort, Le Loup de Wall Street (version française)* On est nombreux à avoir été attirés par ce personnage joué par Leonardo DiCaprio dans ce film culte de Martin Scorcese.

On était attiré par cette religion du capitalisme 2.0, ce culte de l'argent, cette soif de richesse démesurée, les soirées de folie, les yachts luxueux, les montagnes d'argent, tout cela nous donnait envie de sauter dans le monde des traders et des investisseurs. Cependant, Wall Street n'est pas tout à fait ce qui est expliqué dans le film. En réalité, Wall Street, c'est avant tout beaucoup de calculs, d'analyses et de prises de décisions stratégiques. Il y a des algorithmes de trading automatisés, des options à haute fréquence et des fonds d'investissement quantitatifs.

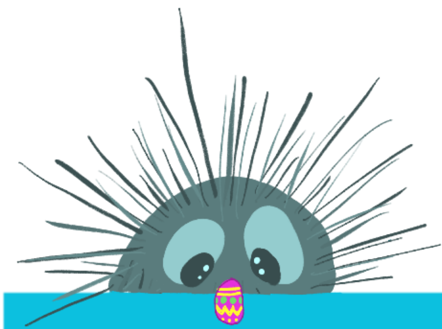
C'est loin d'être aussi excitant que de crier « Vendez! Achetez! Achetez! », comme le fait Jordan Belfort dans le film. Wall Street, c'est surtout de la finance mathématique dont Louis Bachelier en est le père. Les mathématiciens de l'époque reprochaient le manque de rigueur de Bachelier. En effet, ce dernier ne disposait pas suffisamment d'outils de processus stochastiques pour appuyer sa théorie. Le mathématicien français Paul Lévy, l'un des fondateurs de la théorie moderne des probabilités, aux côtés de Wiener (mouvement brownien : processus de Wiener), de Kolmogorov ou de Doob,n'accordera pas le bénéfice du doute à Bachelier.

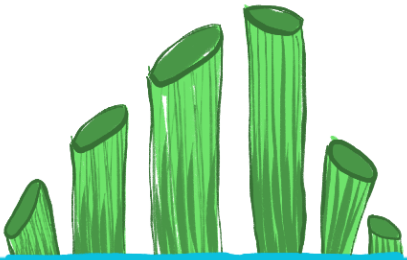
Il faudra que Kolmogorov le cite pour que Paul Lévy accepte de lire sa thèse.

La communauté financière n'a pas non plus reconnu le travail de Bachelier. Sa théorie de la marche aléatoire expliquait que les marchés financiers ne suivaient pas une logique rationnelle, mais qu'ils étaient plutôt gouvernés par l'incertitude et le hasard. Le principe de base de la marche aléatoire est que chaque mouvement futur d'un objet est aléatoire et indépendant des mouvements passés. Dans le contexte financier, cela signifie que les prix des actifs financiers, tels que les actions ou les obligations, sont également aléatoires et indépendants les uns des autres. Autrement dit, il serait alors impossible de prédire les mouvements futurs des prix en fonction des mouvements passés. Cependant, ce concept fut fortement critiqué à l'époque, car la finance était principalement (voire uniquement) considérée comme une discipline basée sur des principes économiques plutôt que sur des outils mathématiques. Cette théorie était donc considérée très complexe et difficile à comprendre pour la plupart des financiers de l'époque qui croyaient que les prix étaient uniquement déterminés par des facteurs économiques ou fondamentaux tels que les résultats des entreprises, les politiques gouvernementales et les événements économiques majeurs.

Même si Bachelier n'a pas fait les grandes écoles, ce qui le rendait encore moins crédible aux yeux des mathématiciens de l'époque, il a eu un impact important sur le développement de la finance mathématique et est considéré aujourd'hui comme un classique de la finance. « La martingale est la cause unique des grosses fortunes, on ne leur connut jamais d'autre origine; que la martingale prenne la forme industrielle, commerciale ou financière, c'est toujours, en réalité d'un jeu qu'il s'agit. Pour devenir très riche, il faut être favorisé par des concours de circonstances extraordinaires et par des hasards constamment heureux. Jamais un homme n'est devenu très riche par sa valeur. » *Louis Bachelier, « Le Jeu, la Chance et le Hasard ».*

EVENSON AUGUSTE,
ÉTUDIANT EN ACTUARIAT





LE PROFILAGE GÉOGRAPHIQUE ET LA FORMULE DE ROSSMO

En criminologie, il existe de nombreuses méthodes pour rechercher et attraper des criminels qui commettent régulièrement des crimes. Il est crucial que les investigateurs utilisent une pensée analytique et l'appliquent de manière optimale et efficace. Parfois, même si la criminologie est un domaine éloigné des mathématiques, il est nécessaire ou très utile d'utiliser des concepts ou des équations mathématiques pour accomplir certaines tâches. Ainsi, la question se pose : Comment trouver un criminel ayant commis des crimes à divers endroits ? C'est ici que le concept de profilage géographique peut aider. Il s'agit d'une méthode développée dans les années 90 par Kim Rossmo, un mathématicien policier. Elle consiste à déterminer, dans une carte géographique (comme sur Google Maps), la probabilité qu'un criminel se trouve dans un lieu spécifique (un secteur).

Formule de Rossmo :

$$p_{i,j} = k \sum_{n=1}^{\text{(total crimes)}} \left[\underbrace{\frac{\phi_{ij}}{(|X_i - x_n| + |Y_j - y_n|)^f}}_{1^{\text{st}} \text{ term}} + \underbrace{\frac{(1-\phi_{ij})(B^{g-f})}{(2B - \mid X_i - x_n \mid - \mid Y_j - y_n \mid)^g}}_{2^{\text{nd}} \text{ term}} \right],$$

$$\phi_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } (\mid X_i - x_n \mid + \mid Y_j - y_n \mid) > B \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

À première vue, la formule peut avoir l'air intimidante, mais elle est plus simple qu'elle n'y paraît. Il est important de savoir dans quel contexte l'appliquer. Il faut en premier déterminer les bornes d'une carte. Ces bornes doivent délimiter l'espace géographique dans lequel ce sont commis tous les actes criminels. Par exemple, si l'on prend une carte provenant de Google Maps délimitant un espace proche de l'Université de Montréal, nous obtenons une grille que vous pouvez voir sur l'image. Chaque carré de la grille représente un secteur où le criminel pourrait habiter.

Maintenant serait un bon moment pour vous rappeler ce que vous avez appris en algèbre linéaire. Considérez la grille, chaque carré peut être représenté par un nombre composé dans lequel ***i*** représente la ligne, tandis que ***j*** représente la colonne, comme une matrice! Ainsi, ***p(i,j)*** est la probabilité que le criminel habite à ***(i,j)***.

Maintenant, imaginez que cette grille représente un plan cartésien. Horizontalement, on indique chaque secteur en utilisant l'axe des x. Et verticalement, on indique l'axe des y. Dans la formule, voyez les valeurs absolues qui se trouvent dans les dénominateurs de chaque fraction. Si nous prenons la première fraction, **|Xi-xn|** est la distance horizontale entre un secteur ***ij*** et un lieu où il y a eu un crime. Et **|Yj-yn|** est la distance verticale. Lorsque ces distances sont additionnées, on obtient la distance totale entre deux endroits en prenant le chemin horizontal puis vertical, comme lorsque vous marchez pour aller quelque part en pleine ville. C'est ce qu'on appelle une distance de Manhattan. Observez la fraction : lorsque la distance augmente, la probabilité diminue. Cela signifie que le criminel ne va pas très loin pour commettre un crime.

En même temps, il est raisonnable de dire qu'il n'habite pas non plus à côté de l'endroit où il a commis le crime. C'est à cela que la deuxième fraction sert. Dans le dénominateur, on soustrait cette distance de $\mathbf{2B}$, qui est une zone tampon (Buffer zone en anglais). $\mathbf{B}$ est le rayon de cette zone tampon, une constante qui est construite à partir d'informations pertinentes. Si la distance augmente, le dénominateur diminue, donc la probabilité augmente. Ainsi, entre trop proche et trop loin, on peut déterminer la probabilité pour chaque secteur. En utilisant des couleurs sur un logiciel, on peut créer une carte qui indique la probabilité de chaque secteur et ainsi voir quelles zones sont les plus probables où le criminel habite. La variable ϕ est utilisée pour donner plus de poids à l'une des deux fractions. $\boldsymbol{f}$ et $\boldsymbol{g}$ sont des variables qui peuvent être choisies en fonction des données des crimes passés, tandis que $\boldsymbol{k}$ est une constante déterminée empiriquement.

La formule de Rossmo permet aussi de prédire les endroits où il est plausible qu’un crime ait lieu dans une ville ou dans un quartier. Cette information peut alors être utilisée pour informer les décisions d'aménagement urbain, comme où placer des réverbères ou des caméras de surveillance, et où développer des programmes communautaires visant à réduire la criminalité. L'équation de Rossmo a également été utilisée pour prédire le comportement spatial des animaux, notamment dans les cas de braconnage ou de chasse illégale. En identifiant les lieux de chasse les plus probables des braconniers, les conservateurs des parcs nationaux peuvent concentrer leurs efforts pour protéger les espèces en danger. Elle peut être appliquée pour prédire le parcours des catastrophes naturelles, telles que les ouragans ou les inondations, en identifiant les zones les plus susceptibles d'être touchées et en aidant les opérations d'évacuation et de sauvetage. Elle peut être utilisée pour détecter des modèles de fraude dans les transactions financières, en identifiant l'emplacement le plus probable où la fraude se produit et les caractéristiques des fraudeurs. Et aussi elle peut être utilisée pour prédire l'emplacement des meilleurs endroits pour ouvrir une nouvelle boutique ou les zones où un produit sera plus performant, en identifiant des modèles et des caractéristiques des consommateurs.

Il est important de se rappeler que cette formule n'est pas parfaite, elle possède des limites, car il y a beaucoup de variables en jeu dans une enquête. Cependant, je crois que vous pouvez voir son grand potentiel d'utilité, pas seulement dans le monde de la criminologie. On ne sait pas quel est le potentiel de cette formule et de la méthode de profilage géographique en tant qu'outils mathématiques.

MARCOS ABRAHAM JERUSEWICH,
ÉTUDIANT EN MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES

POURQUOI EST-CE IMPORTANT DE BIEN INTERPRÉTER LES RÉSULTATS?

Déjà, peu importe le domaine, chacun a sa boîte noire. Le reste réside dans la manière de communiquer et tout dépend de la population. En général, les résultats statistiques aident à prendre les décisions et à mener les politiques. On se pose la question à savoir si tout le monde comprend le résultat ou bien le message passé: La plupart du temps, 4/5 des cancéreux sont en moyenne des fumeurs. Je ne pense pas que mon grand-père qui fume depuis l'âge de 10 ans ait compris ceci. Alors, il serait plus pertinent de dire que sur 5 cancéreux, 4 sont des fumeurs en général. Les fumeurs savent désormais qu'en fumant, ils augmentent leurs chances de développer cette maladie. Ils peuvent prendre de bonnes décisions. En résumé, en communiquant nos résultats, nous devons tenir compte de la population.

Les bases des décisions politiques

Pourquoi le gouvernement québécois décide-t-il souvent de faire des dons afin de traverser certaines périodes? Ceci est basé sur des observations révélées par les statistiques. Autrement dit, un résultat statistique mal interprété pourrait induire les dirigeants à prendre des décisions politiques qui ne reflètent pas le vécu et par conséquent les bonnes politiques ne seraient pas menées.

Est-ce que vous vous êtes déjà posé la question à savoir comment faire pour mettre un médicament sur le marché?

Le modèle d'impact se repose sur un échantillon. L'idéal est d'avoir deux groupes d'échantillons identiques où l'on donne le médicament à tester à un groupe et un placebo (comme de l'eau) à l'autre groupe. On observe les deux sur une certaine période (temps de réaction), le médicament aura de l'effet si la population médicamentée est guérie et l'autre ne l'est pas. On se pose la question à savoir s'il est toujours possible d'avoir deux échantillons identiques : ceci repose sur des méthodes statistiques et tout dépend du phénomène étudié.

Valeur-p ou bien le seuil de signification?

La valeur-p est la probabilité de rejeter l'hypothèse à tester en sachant qu'elle est vraie et par conséquent, la probabilité de se tromper sur une décision. On aimerait donc qu'elle soit la plus petite possible. On peut la calculer. Le seuil de signification ou l'erreur de première espèce est la probabilité maximale que l'on pourrait tolérer en rejetant l'hypothèse à tester alors qu'elle est vraie. Elle est fixée selon le domaine. Seul Dieu pourrait se permettre de la fixer à 0 %. Même en médecine, elle est de 1%. L'une des premières choses que les modélisateurs regardent est la valeur-p qui devrait être plus petite que le seuil de signification.

<u>Question ouverte :</u> Peut-on passer une journée sans utiliser la statistique?

DORCHELLE ATONZONG GUEDIA,
DOCTORANTE 3ÈME ANNÉE

GRILLES LOGIQUES EN FOLIE !

PART.2

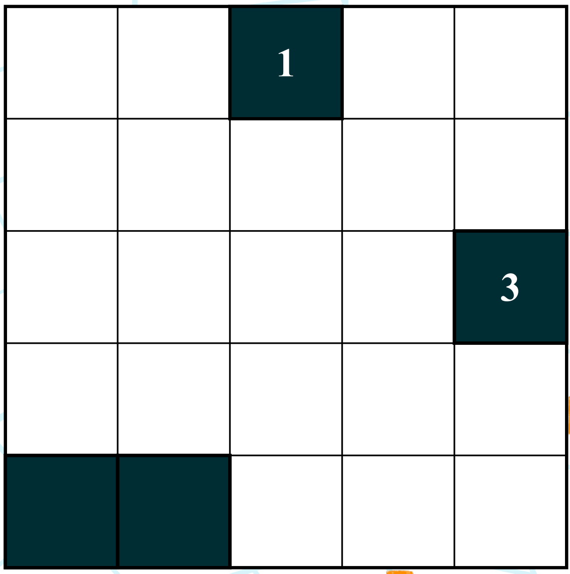
Le mois dernier, je vous ai présenté quelques jeux de logiques amusants. Ceux-ci provenaient pour la plupart de l'éditeur japonais Nikoli qui a fait connaitre au monde entier le sudoku. Pour cette édition du journal, voici deux puzzles de plus. Amusez-vous bien!

Shakashaka

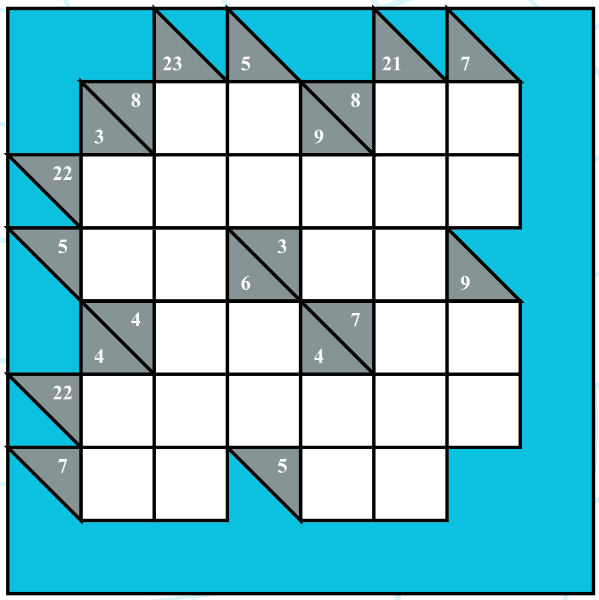
- Il faut noircir certaines cases avec des triangles rectangles isocèles (◣, ◥, ◢ ou ◤) de sorte que la grille finale ne contienne que des rectangles et carrés blancs qui sont soit droits ou pivotés à 45 degrés;

- Le nombre indiqué dans certaines cases noires donne le nombre de triangles adjacents (horizontalement et verticalement) à la case.

Ce casse-tête popularisé par Nikoli a été étudié par des chercheurs qui ont prouvé que le problème de trouver si une certaine grille de Shakashaka est résoluble est NP-complet.



Kakuro



- Il faut remplir la grille avec des chiffres de 1 à 9;

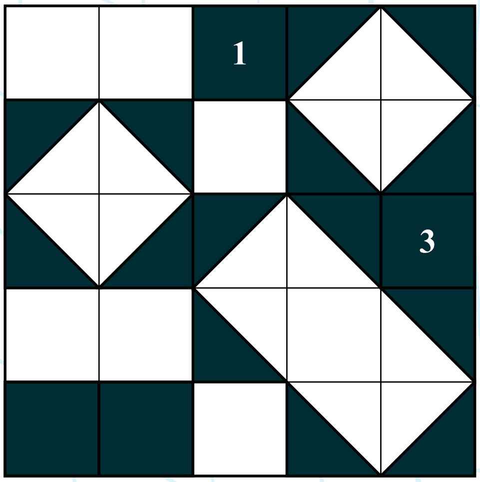
- Le nombre dans les triangles en dehors de la grille indique la somme des éléments dans la colonne ou ligne adjacente et s'appelle l'indice;

- Les chiffres dans les cases appartenant au même indice doivent être tous différents.

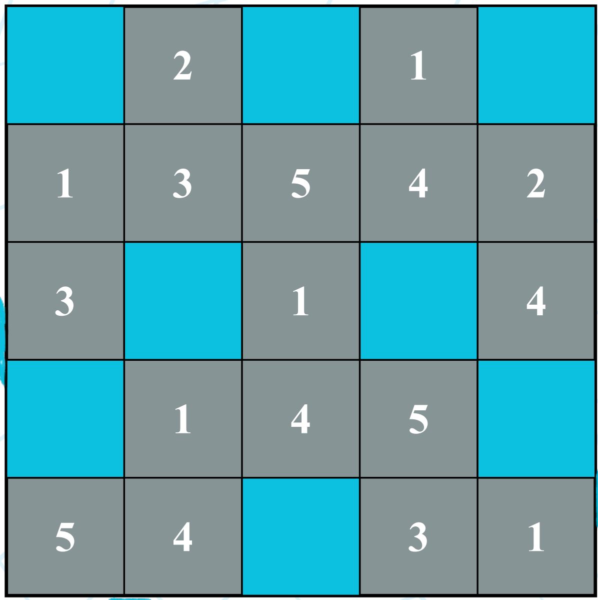
Kakuro vient de kasan kurosu qui signifie « addition en croix » et rappelle certainement les mots croisés, mais avec des chiffres à la place des lettres et une somme comme indice au lieu d'une définition permettant de trouver un mot. Comme le jeu vu précédemment, ce jeu est aussi NP-complet.

GRILLES LOGIQUES EN FOLIE !
SOLUTIONS PART.1 ET 2

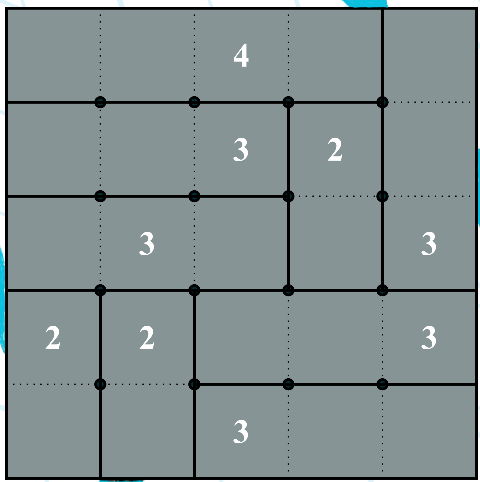
SHAKASHAKA



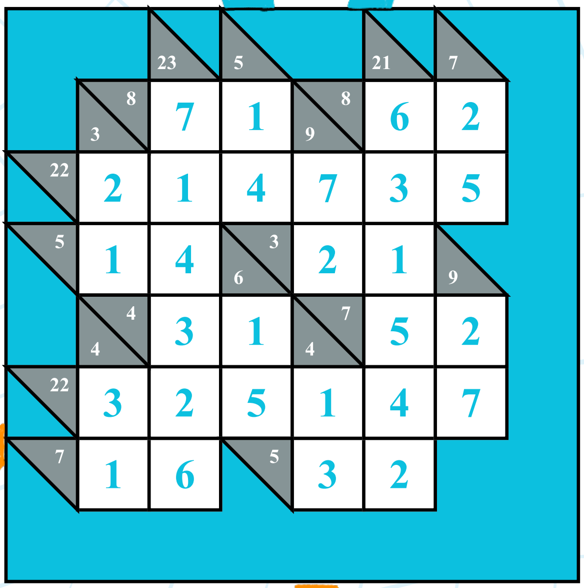
HITORI



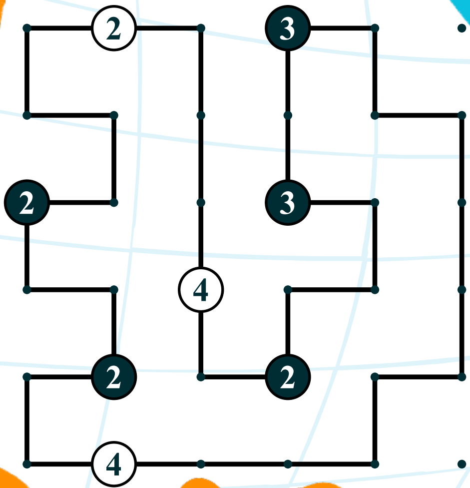
SHIKAKU



KAKURO

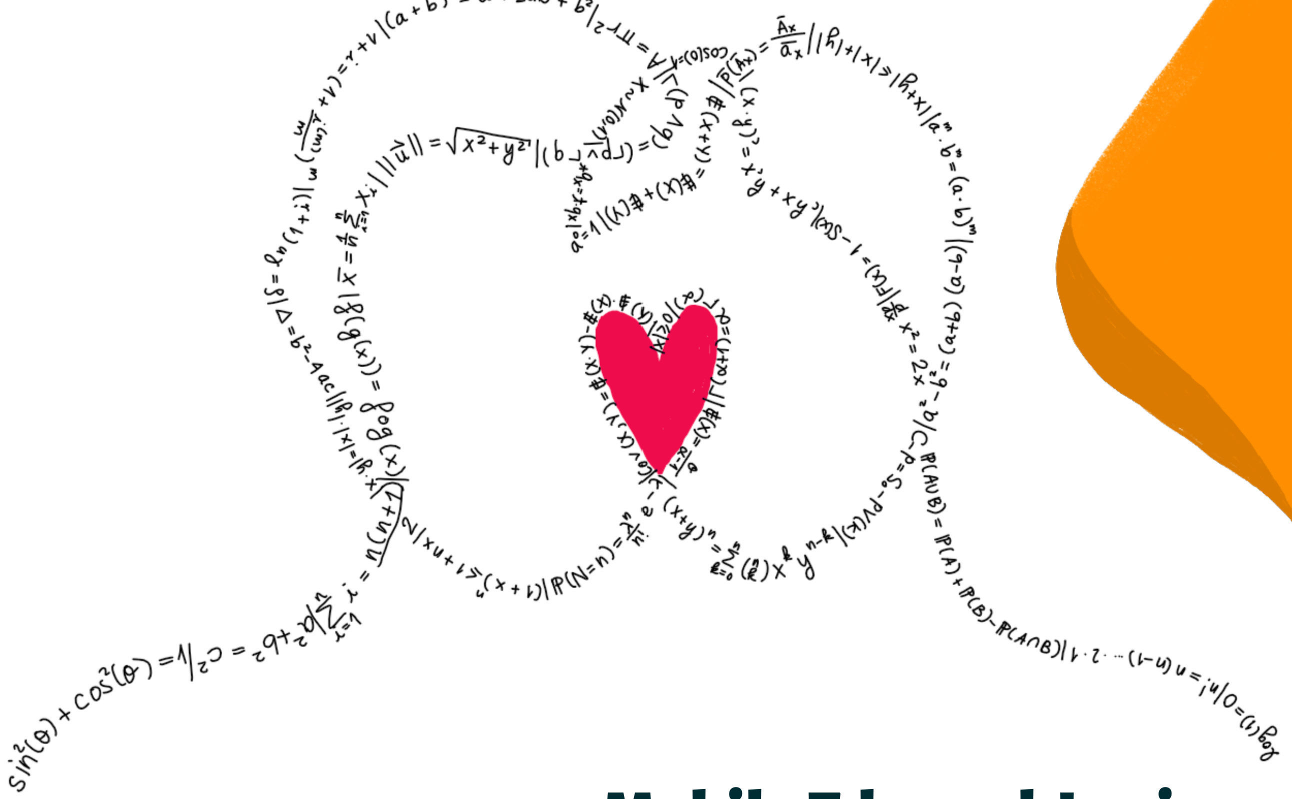


SHINGOKI



MATHIEU PINEAULT
MAÎTRISE EN MATHÉMATIQUES PURES

Gagnants du concours de L'Axiomatique



Mahily Edmond-Lapierre

Mon phare, ma gousse aka best responsable du café

Depuis que tu as quitté les mathématiques
Pour cheminer en linguistique
Je suis désorientée
Je suis déboussolée

Tous les jours, je parcours les couloirs
Pleine d'espoir, en espérant te revoir
Du Tore et fraction
Jusqu'à mon cours d'équations!

Et même si je ne connais pas mon alphabet phonétique
Je connais plein de mots fantastiques
Pour exprimer mon admiration
Et te prouver mon affection

Tu sais que tu peux toujours slide dans mes Dms
Je te parlerai de morphèmes
Pendant des heures et des heures
Et ce, sans aucune pudeur

Marilie Cyr

L'équation de l'amour

L'amour et les mathématiques sont deux univers distincts,
Mais peuvent se rejoindre en harmonie, si on est certain.
Car l'amour est une équation complexe,
Et les mathématiques sont simplexes.

Les nombres peuvent mesurer la profondeur de l'affection,
Et les formules peuvent décrire la passion.
L'amour peut être décrit comme une fonction continue,
Avec des valeurs inconnues.

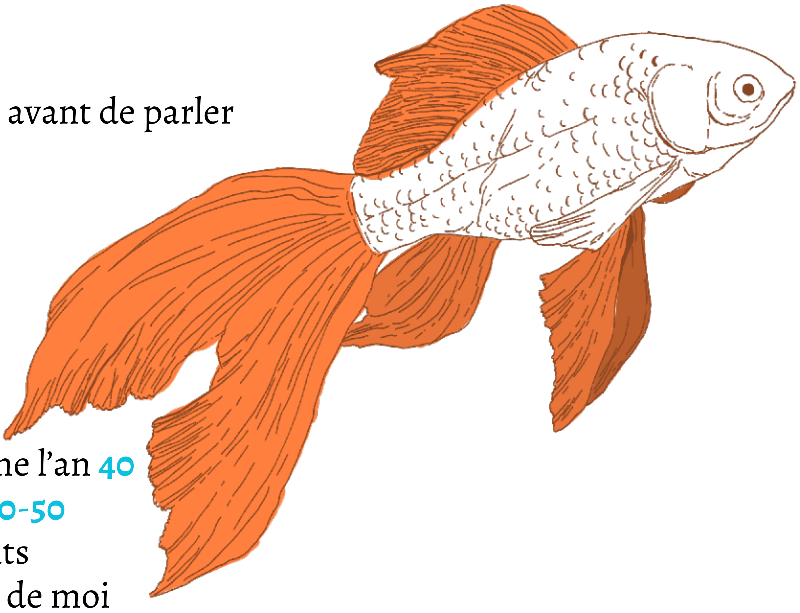
Alors que les mathématiques peuvent expliquer le monde,
L'amour peut l'embellir, avec une beauté profonde.
Il peut être expliqué avec des mots et des sentiments,
Mais reste aussi mystérieux qu'un théorème de prolongement.

Et tout comme les mathématiques sont universelles,
L'amour ne peut qu'être inconditionnelle.
Et bien que les deux idées puissent être vagabondes,
Elles sont nécessaires pour comprendre le monde.

Pier-Olivier Létourneau

L'homme aux 1001 peines

Ce matin j'ai la boule à 0
Car cette nuit je n'avais qu'1 chose en tête
Hier j'ai pris mon courage à 2 mains pour enfin lui demander
Et comme on dit 'Jamais 2 sans 3'
Elle m'a encore rejeté
Encore pire, elle était pliée en 4 suite à mes paroles
Je lui avais proposé un rendez-vous galant de 5 à 7
J'avais envie de me cacher 6 pieds sous terre
J'aurais dû tourner 7 fois ma langue dans ma bouche avant de parler
Mais je reste optimiste
Une de perdue, 10 de retrouvées
En ce vendredi 13
Je décide de 16ir ma chance
Je me suis mis sur mon 31
Un 33 tours joue dans ma tête
Je fais 36 choses à la fois pour attirer les regards
J'ai surement l'air ridicule mais je m'en moque comme l'an 40
Je rêve d'une relation où les efforts seront partagés 50-50
Et trouver une personne qui m'aimera à 100 pourcents
J'ai l'impression que cette personne est à 1 000 lieues de moi
Mais, pour elle, j'attendrais 1 000 000 d'année s'il le faut
Ps : L'attente en valait la chandelle et l'homme finira par conquérir sa belle demoiselle 💛



Laurence-Émilie Petitclerc

SEMAINE DU BIEN-ÊTRE

DU 1ER AU 13 AVRIL

Profitez de nos activités
sur les campus :
Massage sur chaise, fruits frais, boissons chaudes et plus !

Université de Montréal

FAÉCUM

FAECUM.QC.CA