

Dr. Javad Mashreghi (Université Laval)

Il arrive, dans la vie d'une mathématicienne ou d'un mathématicien, que l'on réalise que les règles du jeu ont peut-être changé sans que personne ne nous en ait informés. Pour moi, l'un de ces moments est survenu au début du mois d'août, lors de l'IWOTA 2026, qui s'est tenu à l'Université Laval. L'un des principaux sujets de la conférence était la résolution de la conjecture de Crouzeix, vieille de deux décennies. Au fil des ans, de nombreuses mathématiciennes et de nombreux mathématiciens de renom avaient tenté de résoudre cette conjecture. Leurs efforts n'avaient pas abouti, mais ils avaient permis d'obtenir plusieurs nouveaux résultats élégants, qui étaient intéressants en eux-mêmes. En fait, j'avais déjà dit que j'espérais que la conjecture ne serait pas résolue trop rapidement, afin que nous puissions continuer à assister à des découvertes intéressantes en analyse matricielle et en théorie des opérateurs.

Et puis, assez soudainement, à l'aide de l'IA, la conjecture a été résolue par un collègue qui ne faisait même pas partie de la communauté de l'analyse au sens large. Une deuxième démonstration a été présentée au même moment lors de l'IWOTA. Je ne cherche pas ici à discuter de la priorité, de la validité ou des mérites respectifs de ces démonstrations. Ce qui a retenu mon attention était quelque chose de plus fondamental : la possibilité de réaliser une avancée mathématique majeure avec l'aide de l'IA.

On nous dit souvent que l'IA a assimilé l'ensemble de la littérature mathématique — les livres, les articles et les publications accumulés dans les grandes bibliothèques du monde entier — et que sa mémoire pratiquement illimitée lui permet de retenir cette immense quantité de connaissances. Sa puissance de calcul dépasse de loin celle même des plus grands esprits mathématiques de l'histoire. Elle a accès à d'énormes quantités d'énergie et ne connaît ni la fatigue, ni le vieillissement, ni la maladie, ni l'anxiété. Bref, on nous présente l'IA comme quelque chose qui s'approche du surhumain. Et pourtant, nous ne pouvons que rester émerveillés devant ce qui s'est déroulé au cours des dernières semaines.

Dès que de telles possibilités sont devenues visibles, les étudiantes et étudiants ainsi que les spécialistes ont naturellement commencé à tenter leur chance sur d'autres problèmes de longue date. Dans certains cas, des démonstrations réussies ont été obtenues en quelques heures seulement. Il s'agit de réalisations remarquables, et mon intention n'est aucunement de les minimiser. Cet article ne vise pas non plus à encenser ou à critiquer les personnes qui ont utilisé l'IA avec succès. Mon objectif est tout autre. Je souhaite attirer l'attention des responsables universitaires et de l'administration sur un phénomène peut-être beaucoup moins visible que l'enthousiasme suscité par ces avancées : le niveau élevé d'inquiétude et d'anxiété qu'elles ont provoqué chez les mathématiciennes et mathématiciens.

Les mathématiques, considérées comme une science construite par les êtres humains, constituent une trame invisible qui s'étend des chercheuses et chercheurs les plus influents et les plus créatifs des centres de recherche les plus prestigieux du monde, en passant par les universités, les collèges et les écoles secondaires, jusqu'aux personnes qui enseignent aux jeunes enfants à compter, parfois en commençant par leurs doigts à la maternelle. Tout au long de ce vaste continuum, chaque élément compte. Nous ne pouvons pas simplement passer d'un point à un autre sans perdre quelque chose d'essentiel en chemin. La présence croissante de l'IA dans nos vies entraîne donc naturellement de nouvelles ambiguïtés, ainsi que de nouvelles sources d'inquiétude.

Pour commencer, une confession :

Ma propre utilisation de l'IA a jusqu'à présent été extrêmement modeste. Je l'ai principalement utilisée pour des tâches relativement simples, comme la révision de textes en anglais ou en français, y compris le présent article. J'ai également récemment travaillé avec une collaboratrice qui utilise l'IA pour vérifier et valider des résultats dans un article de recherche. Au-delà de ces utilisations, je demeure toutefois largement peu familier avec les capacités de l'IA et, en particulier, avec la façon dont elle pourrait être utilisée efficacement et de manière constructive dans la recherche mathématique ou dans la réalisation de découvertes scientifiques. En fait, j'utilise l'IA au niveau que je considérerais comme le plus élémentaire possible et je ne prétends pas avoir une véritable expertise dans son utilisation. C'est peut-être précisément pour cette raison que j'écris cette note. J'ai observé diverses évolutions, discuté avec des collègues et des amis et pris part à de nombreuses discussions, et toutes ces expériences ont considérablement accru mes inquiétudes. J'écris donc simplement en tant que non-expert et peut-être comme une mathématicienne ou un mathématicien quelque peu à l'ancienne, qui tente de comprendre une réalité qui s'intègre à nos vies professionnelles et intellectuelles à une vitesse extraordinaire. Ainsi, ces réflexions réunissent optimisme, réalisme et une certaine appréhension face à ce qui nous attend.

Que voulons-nous dire aujourd'hui par 'chercheur' ?

Commençons par les trois grands critères que les organismes subventionnaires utilisent pour évaluer nos demandes de subvention. Le premier est la qualité de la chercheuse ou du chercheur. Très franchement, je pense que nous devons maintenant nous demander ce que nous entendons par « chercheuse ou chercheur » dans cette nouvelle ère. Nous pouvons envisager deux scénarios extrêmes. D'un côté, une chercheuse ou un chercheur de renom travaille sur des problèmes difficiles, parfois depuis bien avant l'ère de l'IA, puis, grâce à des échanges successifs avec l'IA, trouve les bonnes pistes et résout le problème. De l'autre, une autre chercheuse ou un autre chercheur confie à l'IA toute la responsabilité d'un problème ouvert, y compris même la rédaction de l'article, puis produit un article afin de revendiquer une expertise dans ce domaine. Le spectre des utilisations de l'IA est très large, et la communauté se situe quelque part entre les deux extrêmes mentionnés ci-dessus.

Il est probable que nous atteindrons éventuellement un point d'équilibre où les chercheuses et chercheurs utiliseront adéquatement l'IA dans leurs travaux. Cependant, on ne sait pas clairement quand nous atteindrons ce point, et il n'existe actuellement aucun moyen pour les établissements et les organismes subventionnaires de catégoriser les personnes candidates et de distinguer leurs différents niveaux et modes d'utilisation des technologies disponibles. Ainsi, la question de l'évaluation de la qualité des chercheuses et chercheurs demeure entièrement ouverte.

La question devient encore plus complexe lorsque certaines chercheuses et certains chercheurs déclarent ouvertement avoir rédigé un grand nombre d'articles de recherche au cours de la dernière année à l'aide de l'IA, et que ces articles ont ensuite été publiés dans des revues reconnues évaluées par les pairs. Parallèlement, il existe encore des mathématiciennes et mathématiciens traditionnels qui croient profondément à la nature intrinsèque des mathématiques, à l'importance de se confronter à un problème, de développer son intuition, de faire des erreurs, de trouver la bonne question et, éventuellement, de découvrir une démonstration. Leurs dossiers de publication sont loin d'égaliser ceux de leurs collègues qui utilisent largement l'IA. L'écart entre ces deux catégories semble se creuser rapidement. Comment pouvons-nous évaluer équitablement la qualité des chercheuses et chercheurs dans un tel contexte? Je n'ai pas de réponse, mais je crois que nous devons commencer par nous poser la question.

Et qu'en est-il de la 'proposition'?

Le même phénomène s'applique à la qualité d'une proposition de recherche. À ma connaissance, l'organisme ne dispose actuellement d'aucun moyen de déterminer si une proposition a été rédigée avec l'aide de l'IA, ni même si elle a ensuite été évaluée avec l'aide de l'IA par des évaluateurs et évaluateurs externes. Le système doit essentiellement faire confiance aux personnes candidates et aux évaluateurs et évaluateurs. Cela ajoute un degré de complexité supplémentaire à un processus qui est déjà difficile. Plus important encore, cela crée la crainte que certaines chercheuses et certains chercheurs puissent être désavantagés simplement parce qu'ils utilisent moins l'IA ou choisissent de ne pas l'utiliser du tout.

Si une chercheuse ou un chercheur passe des semaines à réfléchir à la façon de formuler un problème, d'expliquer son importance et d'élaborer un plan de recherche, tandis qu'une autre personne peut demander à un système d'IA de générer et d'affiner une proposition en une fraction du temps, mesurons-nous encore la même chose? Et si l'IA intervient de plus en plus non seulement dans la rédaction des propositions, mais aussi dans la formulation d'idées de recherche, la suggestion d'approches et de méthodologies et l'évaluation d'articles, comment devons-nous distinguer et évaluer de telles propositions? Ce ne sont pas des questions faciles. Mais les éviter ne les fera pas disparaître.

Les doctorants : ma plus grande inquiétude

Il y a un problème qui m'inquiète plus que tous les autres : la formation des doctorantes et doctorants. Dans l'approche traditionnelle, nous proposons de petits problèmes aux nouvelles doctorantes et aux nouveaux doctorants, puis nous les guidons progressivement vers des questions plus complexes. Nous leur enseignons des techniques, mais nous leur apprenons aussi à réfléchir. Nous nous attendons à ce qu'après quatre années d'études, ils aient acquis suffisamment de maturité mathématique pour aborder des problèmes qui étaient initialement hors de leur portée. En cours de route, nous espérons une issue remarquable : un nouveau théorème, une nouvelle méthode, voire même une nouvelle orientation de recherche. Mais que se passe-t-il lorsque bon nombre des problèmes modestes et concrets que nous proposerions traditionnellement aux étudiantes et étudiants en début de doctorat peuvent potentiellement être résolus en une demi-journée? Comment devons-nous former les doctorantes et doctorants dans un tel contexte?

Supposons que nous confions à une étudiante ou à un étudiant un problème de recherche sérieux. L'étudiante ou l'étudiant passe des mois à se familiariser avec les connaissances de base, à essayer différentes approches, à échouer, à recommencer et à développer progressivement une compréhension du problème. Puis, avec une forte probabilité, une autre équipe utilisant l'IA pourrait résoudre la même question. Que puis-je dire à mon étudiante ou à mon étudiant?

Je me sens responsable de la vie et de la carrière de mes étudiantes et étudiants. Je ne peux pas accepter la possibilité de travailler avec eux pendant quelques années pour ensuite être contraint de leur dire : « Je suis désolé, quelqu'un d'autre a résolu le problème. » Il ne s'agit pas simplement d'une question d'efficacité ou de concurrence universitaire. Nous parlons de l'avenir d'un jeune être humain. Et nous en sommes responsables. Pour moi, c'est l'aspect le plus préoccupant de l'arrivée de l'IA dans notre vie universitaire.

Un programme de doctorat possible à l'avenir

La nature de la formation doctorale évolue rapidement, et nous devons nous adapter à ces changements. La formation des doctorantes et doctorants sera probablement différente à l'avenir et mettra davantage l'accent sur d'autres objectifs. Une avenue possible (et certainement pas la seule) serait de demander aux doctorantes et doctorants de suivre davantage de cours et de recevoir une formation plus vaste en mathématiques. Cela pourrait également mener à un nouveau modèle de thèse de doctorat, dans lequel la production d'un « nouveau produit » au sens traditionnel ne serait plus la seule norme, ni même nécessairement la principale.

Il est également possible que le nombre d'étudiantes et d'étudiants qui se destinent à une carrière en recherche diminue. Dans ce contexte, les programmes de doctorat pourraient mettre davantage l'accent sur une formation mathématique générale, afin de préparer les étudiantes et étudiants à devenir de meilleures enseignantes et de meilleurs enseignants, ainsi que de meilleures mentores et de meilleurs mentors. Cela ne signifie pas transformer les programmes de doctorat en programmes de formation en enseignement. Les étudiantes et étudiants pourraient plutôt suivre plusieurs cours de mathématiques inspirants qu'ils pourront mettre à profit dans leurs futurs postes. La doctorante ou le doctorant de demain devra peut-être devenir une personne qui sait faire preuve de discernement dans la sélection et la transmission des connaissances mathématiques, plutôt que nécessairement une chercheuse ou un chercheur au sens traditionnel du terme. De nombreuses personnes titulaires d'un doctorat deviennent finalement professeures et professeurs de mathématiques, dont les principales responsabilités sont l'enseignement et l'encadrement plutôt que la recherche. Un programme de doctorat qui tient compte de cette réalité pourrait offrir aux étudiantes et étudiants une formation mathématique plus vaste, plus approfondie et plus polyvalente, tout en préservant des possibilités pour celles et ceux qui souhaitent poursuivre une carrière en recherche.

Écrivons-nous encore des livres?

Une autre question, peut-être moins importante, concerne la rédaction de livres. Être autrice ou auteur est une tâche difficile. Cela demande énormément d'énergie, de temps, de patience et de sacrifices. De plus, après avoir terminé un projet de livre, les retombées financières plutôt modestes qui accompagnent sa publication constituent un autre facteur qui peut décourager les mathématiciennes et mathématiciens d'en écrire un autre. Ajoutons à cela le fait que, pour presque n'importe quel sujet, l'IA peut potentiellement produire un document bien structuré à partir de la littérature disponible. Est-il encore pertinent d'écrire un nouveau livre? Peut-être que la forme des futures publications mathématiques sera complètement différente.

En fait, si vous visitez le bureau d'un professeur de renom et que vous le comparez à celui d'une collègue ou d'un collègue récemment embauché, vous pourriez déjà observer une différence importante. La nouvelle professeure ou le nouveau professeur n'a peut-être que quelques livres dans son bureau, ainsi qu'une immense bibliothèque de fichiers PDF sur son ordinateur portable, tandis que le bureau de la collègue ou du collègue à l'ancienne est rempli de toutes sortes de livres et de revues imprimés. Cela peut sembler être une observation banale. Mais elle est aussi symbolique. La façon dont nous conservons, consultons, lisons et produisons les connaissances mathématiques est déjà en train de changer. Et je soupçonne que nous n'en sommes qu'au début. D'autres changements sont à venir!

Peut-être nous dirigeons-nous vers un nouveau type d'établissement de recherche, qui n'aurait ni bibliothèque traditionnelle ni même nécessairement un bureau attiré pour chaque chercheuse ou chercheur. Il serait peut-être peu nécessaire de conserver localement de grandes quantités de fichiers PDF, puisque les documents de recherche pourraient être consultés numériquement au moment et à l'endroit où ils sont nécessaires. Les chercheuses et chercheurs ainsi que les étudiantes et étudiants feraient des allers-retours entre leur domicile et des salles de réunion communes, tandis qu'une grande partie de leurs échanges intellectuels se déroulerait par l'intermédiaire de dialogues avec des ordinateurs. Les espaces physiques pourraient être principalement constitués de salles de réunion sans tableaux à craie ni tableaux noirs, auxquelles s'ajouterait l'accès à des installations informatiques sophistiquées et hautement spécialisées. Dans un tel établissement, l'infrastructure traditionnelle de la recherche serait, dans une large mesure, remplacée par la connectivité numérique, des ressources informatiques partagées et quelques espaces consacrés aux réunions et à la collaboration.

Le fardeau des responsabilités éditoriales

Il est difficile de concevoir l'ampleur des travaux mathématiques que pourraient produire les systèmes assistés par l'IA. Le nombre de soumissions aux revues de recherche devient déjà un lourd fardeau pour les équipes éditoriales. Plus fondamentalement, si le rythme de production mathématique augmente de façon spectaculaire, les chercheuses et chercheurs pourraient ne plus avoir la capacité d'assimiler, d'évaluer et de comprendre tout ce qui est produit. Nous risquons d'être submergés non pas par un manque de mathématiques, mais par une abondance de celles-ci. Par conséquent, des volumes plus épais de revues de recherche ne sont pas nécessairement un signe de progrès.

Les mathématiques exigent du temps pour être assimilées. Comprendre, établir des liens, simplifier et intégrer les nouvelles idées dans le paysage mathématique plus large sont des éléments essentiels du progrès mathématique. Dans un avenir où l'IA jouera un rôle croissant, l'un des rôles les plus importants des mathématiciennes et mathématiciens pourrait donc ne pas être simplement de produire davantage de mathématiques, mais plutôt de sélectionner, d'interpréter et d'assimiler les mathématiques qui sont produites.

L'IA peut-elle nous guider?

Nous avons toutes et tous fait l'expérience de ce fait bien connu : chaque problème que nous résolvons donne immédiatement naissance à une multitude de nouveaux problèmes. Le paysage des questions mathématiques n'est ni fini ni statique; il ressemble à un arbre, ou peut-être à une variété hyperbolique, qui se ramifie et s'étend continuellement vers l'infini. La pensée humaine a à maintes reprises ouvert des régions entièrement nouvelles de ce paysage en introduisant de nouveaux concepts, de nouvelles théories et de nouvelles façons d'aborder des problèmes familiers. Cette capacité à aller au-delà des questions que nous savons déjà poser a été l'un des moteurs du développement des mathématiques et, plus largement, des sciences et des technologies.

L'IA est extraordinairement puissante lorsqu'il s'agit de parcourir un paysage existant. Elle peut combiner d'immenses quantités de connaissances, reconnaître des tendances et nous aider à résoudre des problèmes qui peuvent dépasser largement les capacités de calcul de n'importe quelle mathématicienne ou de n'importe quel mathématicien pris individuellement. Mais cela soulève une question plus fondamentale : l'IA peut-elle nous mener vers quelque chose de véritablement nouveau? Peut-elle formuler une nouvelle théorie, introduire un concept fondamentalement nouveau ou ouvrir un paysage mathématique dont nous ignorions auparavant l'existence?

Plus concrètement, résoudre un problème n'est pas, en soi, l'objectif ultime de la recherche mathématique. Ce qui importe peut-être encore davantage, c'est de comprendre où une solution nous mène : quelles nouvelles questions elle fait émerger, quelles connexions inattendues elle permet de découvrir et quels territoires inexplorés se trouvent au-delà. L'IA peut-elle parcourir cette voie, non seulement en trouvant son chemin dans un paysage existant, mais aussi en découvrant ou en créant des paysages qui étaient auparavant invisibles pour nous? Je ne suis pas convaincu que ce soit le cas. Peut-être est-ce précisément là que la créativité mathématique humaine demeure indispensable.

La capacité de l'IA à résoudre des problèmes mathématiques difficiles en combinant et en mettant en œuvre des techniques existantes n'est pas nécessairement la même que sa capacité à générer des idées mathématiques ou des cadres conceptuels véritablement nouveaux. Les mathématiques ont souvent progressé grâce à des avancées conceptuelles qui ne résultaient pas simplement de la résolution de problèmes techniques de plus en plus difficiles, mais plutôt de l'introduction de nouveaux points de vue, de nouvelles structures et de nouvelles connexions entre des domaines qui semblaient éloignés. La formulation du programme de Langlands, par exemple, illustre comment un cadre conceptuel puissant peut ouvrir des directions entièrement nouvelles et influencer les mathématiques pendant des décennies.

Un avenir plus prometteur pour l'enseignement

L'une des conséquences les plus stimulantes de la transformation actuelle pourrait être une renaissance de l'enseignement des mathématiques. Alors que l'IA prend en charge une grande partie du travail routinier, technique et laborieux lié à l'apprentissage des mathématiques, le rôle de l'enseignante ou de l'enseignant ne diminuera pas. En fait, il deviendra plus important que jamais. L'enseignante ou l'enseignant de mathématiques de demain devra être un maître de la classe : une personne capable de rendre les mathématiques belles, accessibles et vivantes. Les enseignantes et enseignants devront révéler les liens profonds entre les différentes idées et aider les étudiantes et étudiants à voir le paysage dans son ensemble ainsi que la nouvelle galaxie de découvertes mathématiques qui se déploie devant eux. L'IA pourra prendre en charge une grande partie des tâches techniques et répétitives, mais elle ne pourra pas remplacer le rôle humain qui consiste à guider une étudiante ou un étudiant vers la compréhension, la curiosité et l'émerveillement.

Le rôle le plus important de l'enseignante ou de l'enseignant sera celui de mentore ou de mentor : une personne capable d'accompagner les étudiantes et étudiants à travers les idées mathématiques, d'éclairer les chemins qui les relient et de leur donner envie de voir les mathématiques non pas comme un ensemble de techniques, mais comme l'une des plus grandes réalisations intellectuelles de l'humanité. Il pourrait s'agir du début d'un nouvel âge d'or de l'enseignement des mathématiques. L'enseignante ou l'enseignant de mathématiques peu inspirant pourrait ne plus avoir sa place en classe, non pas parce que l'enseignement serait devenu moins important, mais parce qu'il est devenu trop important pour être exercé sans excellence.

Rendons les mathématiques à nouveau magnifiques! Rendons-les compréhensibles. Rendons-les passionnantes. Donnons aux étudiantes et étudiants l'envie de découvrir ce qui se trouve au-delà du prochain théorème. Depuis des milliers d'années, les mathématiques perdurent parce qu'elles possèdent une beauté et une puissance sans égales parmi les créations humaines. Si nous abordons cette nouvelle ère avec sagesse, les mathématiques pourront à nouveau, et peut-être avec plus d'éclat que jamais, occuper leur place parmi les sciences les plus remarquables de tous les temps.

Commentaires finaux

J'ai constaté un niveau élevé d'anxiété chez les doctorantes et doctorants ainsi que chez les jeunes chercheuses et chercheurs qui commencent leur carrière. J'ai également ressenti beaucoup d'inquiétude chez les directrices et directeurs de recherche quant à l'avenir de leurs étudiantes et étudiants. De nombreuses autres questions pourraient être abordées concernant les effets de l'IA sur notre vie universitaire. Je ne suis ni une experte ou un expert en IA, ni une personne qui sait comment l'utiliser efficacement. Il ne fait aucun doute que cette nouvelle technologie apporte de nombreuses possibilités remarquables et positives, et nous finirons par apprendre à nous adapter à cette nouvelle réalité. Mais s'adapter ne signifie pas nécessairement que la transition sera sans difficulté.

Les mathématiques ont toujours évolué avec les nouvelles technologies, de l'imprimerie aux ordinateurs, en passant par les démonstrations assistées par ordinateur. L'IA deviendra peut-être, à terme, un autre instrument dans cette longue histoire. Mais il existe une différence entre l'acquisition d'un nouvel instrument et l'arrivée d'un outil qui pourrait transformer fondamentalement la manière dont les idées mathématiques sont générées, vérifiées, communiquées et même valorisées. Ce qui m'inquiète, c'est que nous puissions progressivement arriver à une situation où un nombre relativement restreint d'expertes et d'experts apprennent à utiliser l'IA de manière réfléchie et créative, en s'en servant pour faire progresser les connaissances mathématiques, tandis qu'un nombre beaucoup plus important de personnes en viennent à s'y fier principalement comme moyen de produire une grande quantité de

travaux scientifiques. Le danger, à mon avis, n'est pas simplement que l'IA puisse faciliter certaines tâches. C'est que la facilité avec laquelle il est possible de produire des travaux mathématiques apparemment sophistiqués puisse dépasser le développement de la compréhension mathématique nécessaire pour les créer, les évaluer et les remettre en question. Nous pourrions alors nous retrouver avec un nombre croissant d'articles et de résultats, tandis que la proportion de personnes qui comprennent réellement les mathématiques qui les sous-tendent devient de plus en plus faible.

Cette possibilité me préoccupe profondément. Les mathématiques ne consistent pas simplement à produire des arguments qui semblent corrects ou des textes bien rédigés; il s'agit d'une activité intellectuelle qui exige de la compréhension, du jugement, de l'intuition et, surtout, la capacité de reconnaître pourquoi un argument est significatif et pourquoi un résultat est important. Je serais tout aussi préoccupé si nous en arrivions à un point où même la capacité de rédiger une simple lettre ordinaire dans nos propres mots devenait quelque chose que nous confions régulièrement à l'IA.

Peut-être que ces craintes se révéleront finalement infondées. Peut-être que la prochaine génération considérera mes inquiétudes avec le même amusement que celui que nous éprouvons aujourd'hui en repensant aux mathématiciennes et mathématiciens qui craignaient autrefois les calculatrices ou les ordinateurs. Je l'espère sincèrement. Mais pour le moment, je demeure inquiet. Il y a toutefois aussi des raisons d'être optimiste. En fin de compte, ce sont toujours les mathématiciennes et mathématiciens qui décident quelles mathématiques sont intéressantes, ce qui mérite d'être étudié, ce qui mérite d'être lu et ce qui mérite notre attention. Nous ne sommes pas obligés de nous intéresser à tout ce qui peut être produit. À cet égard, les mathématiques ressemblent peut-être à l'art : si une œuvre ne vous semble pas significative, rien ne vous oblige à l'accrocher à votre mur.

Remerciements

Je tiens à remercier mes amis et collègues qui ont pris le temps de lire différentes versions de cette note et qui ont généreusement partagé leurs réflexions, leurs idées et leurs suggestions. Leurs commentaires m'ont aidé à clarifier et à améliorer plusieurs aspects de cette discussion. Je remercie tout particulièrement E. Fricain, F. Gourdeau, A. Girouard, N. Kamran, D. Kinzbulatov, N. Nigam, T. Ransford et W. Ross pour leurs commentaires réfléchis, leurs discussions stimulantes et leurs points de vue précieux. Je leur suis très reconnaissant de leur générosité et du temps consacré à réfléchir à ces idées, ainsi que de m'avoir aidé à approfondir ma réflexion sur les questions soulevées par ce sujet en évolution rapide.

Les erreurs ou lacunes qui subsistent sont, bien entendu, entièrement de mon fait.

Droits d'auteurs & autorisations

La Société mathématique du Canada autorise les lecteurs individuels de cette publication à copier les articles pour leur usage personnel. L'utilisation à d'autres fins est strictement interdite. Pour obtenir une licence autre que la copie d'articles à des fins personnelles, veuillez contacter la Société mathématique du Canada pour demander des autorisations ou des conditions de licence.