

Entrevue avec Jean-Marie De Koninck Scientifique de l'année 2005

Bulletin AMQ – Jean-Marie, les lecteurs du Bulletin AMQ ont déjà eu plusieurs occasions d'avoir des nouvelles de toi puisque tu as été l'organisateur du camp mathématique collégial de 1990 à 1993, puisque tu as obtenu avec Armel Mercier le Prix Adrien-Pouliot de l'AMQ pour le meilleur livre publié en 1995, puisque tu as mérité le Prix Abel-Gauthier de l'AMQ en 2002 et puisque tu es actuellement président de l'AMQ! La Société Radio-Canada nous fournit une raison supplémentaire de faire une entrevue avec toi en te nommant *Scientifique de l'année 2005*. Au nom des lecteurs du Bulletin, félicitations pour cet honneur exceptionnel.

Jean-Marie De Koninck – Merci.

Bulletin AMQ – Tu as reçu le titre de Scientifique de l'année pour la conception et la mise sur pied du projet *Sciences et mathématiques en action* (SMAC), un projet de vulgarisation scientifique. C'est la première fois qu'un mathématicien reçoit cette distinction. Que s'est-il passé pour que les médias scientifiques s'intéressent aux mathématiques?

Jean-Marie De Koninck – En fait, Yannick Villedieu m’a téléphoné à la fin du mois de novembre pour me dire : Jean-Marie, notre comité qui est constitué des émissions scientifiques *Les Années lumière* et *Découvertes*, des revues *Découvrir* et *Québec science* et aussi de l’agence *Science-Press* t’a nommé Scientifique de l’année. Ce consortium de médias québécois nomme chaque année depuis 19 ans un scientifique de l’année. L’an dernier, c’était Louis Fortier, un océanographe. Ma première réaction a été de dire à Yannick : Il y a tellement de scientifiques au Québec qui ont fait de grandes choses, je ne me sens pas capable d’accepter ce prix-là. Il m’a répondu : oui, c’est vrai, mais toi tu communique bien ta science, tu as créé un projet de vulgarisation scientifique remarquable, etc., et il a terminé en me disant : Profites-en pour faire la promotion des mathématiques. Là, il a touché une corde sensible parce que depuis quelque temps, depuis qu’on a commencé SMAC à l’automne 2005, je suis dans cette business d’essayer de faire la promotion des mathématiques. Alors je me suis dit : Dans le fond c’est vrai, c’est une belle opportunité, et j’ai accepté. Et j’ai pu faire une entrevue de 40 minutes aux *Années lumière* qui a été diffusée le 22 janvier. Le même soir, l’émission de télévision *Découverte* a fait un petit reportage de 9 minutes sur moi. Cela a été l’occasion de parler des mathématiques, de parler de l’importance des mathématiques dans la société, donc de faire un petit rattrapage de ce côté-là et de faire écouter cela par 700 000 personnes finalement. Puis, suite à l’émission *Découverte*, j’ai reçu 80 demandes pour faire *ShowMath* dans les écoles. Ce qui est intéressant là-dedans, c’est que c’est la première fois que le scientifique de l’année est un mathématicien. Habituellement, à chaque année on attribue le titre de scientifique de l’année à quelqu’un qui est un peu « glamour » et c’est tellement plus facile d’être visible dans notre société comme scientifique si on est dans des sciences qui ont des applications concrètes. En mathématiques, c’est un peu moins évident, alors dans ce sens-là je suis d’autant plus fier qu’un mathématicien ait été choisi 19^e scientifique de l’année. On est en train de mettre à profit toute la visibilité que cela a donné aux mathématiques.

Bulletin AMQ – Les membres de l’AMQ vont voir *ShowMath* le 31 mai au prochain congrès de l’AMQ à Sherbrooke, mais est-ce qu’on pourrait déjà avoir une « prévue » de la chose ?

Jean-Marie De Koninck – Toute l'idée de *ShowMath* est de sonner la récréation mathématique d'une certaine façon. La perception des mathématiques dans le grand public en général et par ricochet chez les jeunes, parce que les parents influencent beaucoup les enfants, c'est que les maths sont quelque chose de très aride, de très sévère, certainement pas très très drôle, pas amusant, et que en plus c'est quelque chose de pas très actif, qui n'a pas d'application, qui n'a pas nécessairement d'utilité, puis que c'est réservé aux « nerds » qui aiment faire des choses abstraites. De toute façon, pour bien des gens le mathématicien c'est quelqu'un qui fait des grosses multiplications dans son bureau ! Alors toute l'idée de *ShowMath*, c'est de ramener le balancier dans l'autre sens complètement. La perception c'est que c'est plate, c'est inutile ; eh bien, nous on va complètement dans l'autre sens pour montrer au contraire que c'est le fun, que ça peut être excitant de faire des mathématiques, puisqu'il y a des applications partout dans notre vie de tous les jours.

Bulletin AMQ – Tu as parlé tout à l'heure de déficit du côté médiatique des mathématiques.

Jean-Marie De Koninck – Oui, définitivement. Les gens ne savent pas que les mathématiques sont présentes dans toutes les sciences, même en médecine (pensons à toute l'imagerie médicale). Dans tout ce qui se fait en recherche scientifique, il y a des mathématiques qui occupent un certain pourcentage de la place (je ne sais pas combien, c'est peut-être 70 %) : on ne peut pas écrire un article scientifique aujourd'hui sans avoir des bases mathématiques et même souvent des mathématiques avancées. Mais la perception du public, c'est qu'il n'y en a pas du tout.

Bulletin AMQ – Selon toi, d'où vient cette perception ?

Jean-Marie De Koninck – C'est que simplement les mathématiques sont une science abstraite, elles sont toujours en arrière-plan. Ce qui est en avant-plan, c'est le produit final, la découverte scientifique qui fait qu'en médecine on va régler les problèmes du cancer ou des maladies cardiovasculaires. Mais si on regarde un peu derrière, si on recule un peu, si on questionne un peu le scientifique, on va voir que finalement il a utilisé des outils mathématiques, sans lesquels il n'aurait pas pu faire son cheminement et arriver à sa découverte scientifique. Donc, en général, les gens ne savent pas ça, les mathématiques sont

en arrière-plan. C'est peut-être aussi le sujet qui est difficile à expliquer. Comme c'est la partie qui est un peu plus difficile à expliquer, on l'évite tout simplement. Puis il y a peut-être le phénomène assez général lié aux mathématiciens eux-mêmes : en général, ils sont un peu plus discrets sur leurs travaux, leurs participations, souvent parce que ça ne les intéresse pas de communiquer. Les mathématiciens sont un petit peu fautifs. Je le suis de moins en moins parce que j'en parle beaucoup, mais moi aussi j'étais comme ça. On a beaucoup de plaisir à faire des mathématiques et on ne sent pas le besoin de partager ce plaisir-là et puis on ne sent pas le besoin de revendiquer notre contribution à l'avancement des sciences. On a tellement de plaisir à faire ce qu'on fait qu'on ne sent pas le besoin de revendiquer une place importante dans telle ou telle découverte scientifique. On n'en sent pas le besoin mais on devrait, parce que l'écart s'agrandit entre la société et les sciences, surtout avec les mathématiques, et il va arriver un moment où l'écart va être tellement grand qu'on ne sera plus capable de le rattraper. Il faut vraiment prendre les moyens pour réduire cette distance entre la société en général, le commun des mortels, et les scientifiques. Les scientifiques ont un rôle à jouer là-dedans.

Bulletin AMQ – J'écoutais le discours à la nation de M. Bush mardi dernier et je l'ai entendu prononcer les mots « mathématiques » et « sciences » plusieurs fois.

Jean-Marie De Koninck – Dans chacun des discours des présidents depuis plusieurs années, il y a toujours un endroit où le président parle de sciences, de technologie, et il ajoute toujours explicitement le mot « mathématiques ». Il y a sûrement un lobby des associations mathématiques américaines qui ont décidé d'intervenir au niveau politique pour que ça débloque, pour que les mathématiques soient considérées comme une valeur fondamentale de la société, à la base des sciences et des technologies. C'est encourageant de voir que le président des États-Unis y fait écho dans son discours à la nation. Quand on parle d'emploi, quand on parle de technologies, le mot « mathématiques » revient constamment.

Bulletin AMQ – Mais au Québec, ça ne vient pas souvent dans la bouche des politiciens.

Jean-Marie De Koninck – C'est comme si les politiciens n'étaient pas assez éduqués. Tantôt on a parlé de la population qui a l'impression que les mathématiques ne sont pas

tellement présentes dans l'avancement des sciences et des technologies. Eh bien, les politiciens sont très représentatifs de la population, ils sont aussi peu informés que la population en général. Ça paraît dans leur discours, on ne sent pas qu'ils sont vraiment à l'affût de l'information scientifique.

Bulletin AMQ – On peut dire la même chose des médias.

Jean-Marie De Koninck – Oui et c'est dommage, parce que le principal outil de communication entre les scientifiques et la population en général, ce sont les médias. La presse électronique et la presse écrite seraient le pont idéal, le canal idéal de communication entre la science et la société.

Bulletin AMQ – Donc, on peut espérer que ton prix de cette année va contribuer à ouvrir les médias à l'importance des mathématiques.

Jean-Marie De Koninck – Bien, il y aura un petit bout de chemin qui aura été fait justement grâce à ce prix-là.

Bulletin AMQ – Les gens qui t'ont présenté lors de la remise du prix ont parlé de ta passion des mathématiques comme l'une de tes qualités principales. D'où vient cette passion des mathématiques chez toi ? Y a-t-il eu des influences familiales ou scolaires ?

Jean-Marie De Koninck – Mon goût, ma passion pour les mathématiques a commencé en 5^e année à la petite école. Soeur Bonaventure à l'école St-Louis de Gonzague avait tellement de plaisir à enseigner les mathématiques qu'elle m'a communiqué sa passion des mathématiques. Je trouvais ça tellement le fun de la voir faire des problèmes, résoudre des systèmes d'équations. Elle construisait des modèles mathématiques, dans le fond. C'est là, à la petite école, que j'ai attrapé le goût des mathématiques. J'écrivais des manuels de mathématiques : des questions avec les réponses. J'aidais mes grands frères et mes grandes sœurs à faire leurs devoirs de mathématiques. Même s'ils étaient plus avancés que moi à l'école, je leur disais : Montrez-moi vos livres et je vais vous aider à faire vos problèmes. C'est là que j'ai développé cette passion qui s'est maintenue jusqu'à aujourd'hui.

Bulletin AMQ – Entretien aujourd’hui par la recherche.

Jean-Marie De Koninck – Oui, tout à fait, entretenue par la recherche.

Bulletin AMQ – Ton domaine de recherche est la théorie des nombres. J’ai vu sur ton site Web que la grande majorité de tes quelque cinquante articles scientifiques portent sur ce sujet. Quelle place donnes-tu à la théorie des nombres à l’intérieur des mathématiques ?

Jean-Marie De Koninck – Oui, toutes mes publications sont en théorie des nombres. La théorie des nombres est maintenant de plus en plus importante en mathématiques, principalement à cause des applications, entre autres à la cryptographie, tout le phénomène de la sécurité dans la transmission des informations. Un représentant de la National Sciences Foundation aux États-Unis me disait il y a deux ans que la théorie des nombres occupait 22 % des subventions en mathématiques. C’est gigantesque si on pense que le domaine des mathématiques est constitué facilement de 10, 12, 15 grands domaines en passant par les probabilités, les statistiques, la topologie, la géométrie algébrique, l’analyse réelle, l’analyse complexe ; il y a une foule de sujets en mathématiques.

Bulletin AMQ – C’était nouveau comme phénomène ?

Jean-Marie De Koninck – C’était relativement nouveau, et cela s’est fait progressivement. C’était principalement dû entre autres à la démonstration du théorème de Fermat par Wiles qui a attiré beaucoup de jeunes, en plus des applications aux problèmes de sécurité informatique qui utilisent aussi plusieurs domaines des mathématiques. Le théorème de Wiles a attiré beaucoup de chercheurs. Le nombre de mathématiciens qui s’intéressent à la théorie des nombres a donc augmenté et la quantité de bons mathématiciens qui font de la cryptographie a aussi augmenté. C’est ce qui explique selon moi que 22 % des subventions vont à ce domaine-là. Mais moi, ce qui m’intéresse dans la théorie des nombres, c’est toute la panoplie de problèmes ouverts fascinants et qu’on peut communiquer facilement. Tu sais, la question des nombres premiers jumeaux est facile à présenter et c’est amusant. J’imagine la frustration d’un grand mathématicien qui travaille sur un problème dans son domaine, mais un problème archi-compliqué qui est difficile à expliquer aux gens autour de lui. En

théorie des nombres, on n'a pas cette frustration.

Bulletin AMQ – L'hypothèse de Riemann est quand même un petit peu plus compliquée à expliquer.

Jean-Marie De Koninck – Oui, l'hypothèse de Riemann est un peu plus compliquée à expliquer et ça me permet de raconter une anecdote sur la journée où on m'a remis le prix de scientifique de l'année, le mercredi 18 janvier. J'ai fait une foule d'entrevues à la radio et à la télé, dont une, entre autres, à Radio-Canada en après-midi. J'ai enregistré l'entrevue vers 15 h parce que je prenais l'avion pour Vancouver vers 18 h. Donc, j'étais dans ma voiture à 16 h 50, en route pour l'aéroport, et j'ai eu l'occasion de m'écouter au volant de ma voiture. La plupart des gens écoutent ce genre d'émission dans leur voiture, souvent dans le trafic. Ce qu'on entend dans cette émission-là, c'est le bilan du trafic, que le boulevard est congestionné. On parle aussi de la météo, surtout qu'il faisait assez mauvais cette journée là, il pleuvait, il neigeait, les routes étaient dangereuses, glissantes : le discours standard qu'on entend à la radio à 16 h 50. C'est Catherine Lachaussée, une personne cultivée, qui m'avait interviewé. Elle m'avait félicité pour le prix, on avait jaser un peu autour de ça, c'était finalement une entrevue assez longue d'une dizaine de minutes. Puis, tout à coup, elle me demande : Quels sont les grands problèmes en mathématiques qui sont ouverts ? Elle m'a pris un peu par surprise. J'ai répondu la fameuse hypothèse de Riemann. Je pensais que la discussion s'arrêterait là sur ce sujet, mais elle a poursuivi : C'est quoi l'hypothèse de Riemann ? J'ai dit : Écoutez, ça a trait aux zéros de la fonction zêta. Sans se démonter, elle a dit : Bien, c'est quoi la fonction zêta ? Bien là, j'ai dit : En réalité la fonction zêta, c'est une série, c'est la somme de $1/n^s$ sur N à la S où N varie de 1 à l'infini. Alors imaginez-vous qu'on est à la radio dans une émission qui traditionnellement est consacrée à la météo, au trafic, à l'actualité, l'actualité du jour, puis on est en train de parler de la série qui définit la fonction zêta de Riemann ! Ça me faisait un petit velours, je me disais : j'ai fait là un bon coup. C'est rare qu'on parle de mathématiques à la radio et c'est encore plus rare qu'on parle de mathématiques dans une émission de l'après-midi comme ça. Finalement les gens ont dû s'embêter, la plupart n'ont pas compris ce que je disais évidemment. Mais ils ont dû comprendre, et vont sans doute retenir, que les mathématiques ça doit être important puisque Jean-Marie De Koninck en parle à la radio. L'idée, c'est de redonner aux

mathématiques leurs lettres de noblesse qu'elles ont probablement perdues mais qu'elles méritent.

Bulletin AMQ – Je pense que les mathématiques sont tout de même encore bien vues.

Jean-Marie De Koninck – Oui, elles sont bien vues, mais je me dis que les mathématiques devraient être perçues, dans notre esprit et dans l'esprit du citoyen, comme beaucoup plus importantes qu'elles ne le sont aujourd'hui. Donc, dans les petites émissions comme ça, je me dis que ça permet de faire un peu de rattrapage. Peut-être que le parent qui a écouté cette émission de radio, au lieu de dire à son jeune qui lui parle d'aller en mathématiques : « ne va pas là-dedans, c'est pas important », va plutôt dire : « Oui, c'est une bonne idée ». Dans son subconscient, il va dire : J'en ai entendu parler à la radio, ça doit être important.

Bulletin AMQ – Je me souviens d'avoir entendu parler René Thom qui, dans un colloque à Trois-Rivières en 1993, s'adressait à des non-scientifiques. Il parlait librement de variétés différentielles et de singularités et je me suis dit : Pourquoi pas finalement ? Les philosophes nous parlent de toutes sortes de choses compliquées qu'on ne comprend pas nécessairement, utilisent un vocabulaire inhabituel et on accepte la chose. C'est un peu comme ton hypothèse de Riemann : tu en a parlé à la radio, donc c'est sur la place publique, donc ça existe.

Jean-Marie De Koninck – Ça existe, puis il y en a peut-être quelques-uns qui vont aller taper sur le Web : hypothèse de Riemann. Ils vont peut-être avoir des petites explications qu'ils vont comprendre finalement.

Bulletin AMQ – Voici l'une des questions de notre ami Matthieu Dufour qui s'intéresse beaucoup aux conjectures. Il y a en théorie des nombres toutes sortes de conjectures faciles à exprimer qu'on ne peut pas démontrer, mais qui n'ont peut-être pas d'intérêt. Qu'est-ce qui fait qu'une conjecture ou qu'un résultat a un intérêt ?

Jean-Marie De Koninck – On reproche souvent aux mathématiques pures, au mathématicien pur, de s'intéresser à certains sujets qui ont pas d'application immédiate, qui n'ont pas d'application dans un horizon raisonnable. C'est un reproche qu'on fait à tort aux

mathématiques. Si on regarde par exemple le petit théorème de Fermat : $2^p - 2$ est congru à 0 modulo p , tu comprends ce que ça veut dire. Si je parlais au public, je ne parlerais pas de congruence. Ce petit résultat-là de Fermat, qui date de 1640, a eu quelques petites applications en mathématiques à gauche et à droite, mais finalement ce n'est qu'en 1978 qu'il a eu son application la plus spectaculaire à la cryptographie à clés publiques, la méthode RSA due à Rivest, Shamir et Adleman. N'eut été du petit théorème de Fermat, la méthode RSA n'aurait jamais été découverte. On a là un résultat en théorie des nombres qui est très abstrait, mais qui a donné une application incroyable parce que, pour la première fois, on a mis au point en cryptographie une façon de coder l'information qui était infaillible à toute fin pratique, parce que pour la briser il faut arriver à factoriser un nombre de 400 chiffres, ce qu'un ordinateur prendrait 1 million d'années à faire.

Bulletin AMQ – Avec les meilleurs algorithmes actuels.

Jean-Marie De Koninck – Avec les meilleurs algorithmes actuels. Ceci étant dit, on pourrait demain matin trouver un algorithme de factorisation s'exécutant en temps polynomial, et la méthode RSA tomberait à l'eau. En tout cas, c'est un exemple d'une application en mathématique théorique qui a trouvé une application très importante dans notre vie de tous les jours.

Bulletin AMQ – Il y a des gens qui appliquent les mathématiques et qui ont l'idée qu'il n'est pas nécessaire de faire tant de théorie, qu'on pourrait se contenter de ce qui sera utile dans un horizon raisonnable et que si, dans une situation donnée, on a besoin d'un résultat théorique, alors on va le chercher « just in time ». Ne pourrait-on pas dire : On a besoin du petit théorème de Fermat dans l'application qui nous intéresse, allons-y, inventons-le !

Jean-Marie De Koninck – Je pense que, contrairement au dicton, la nécessité n'est pas toujours la mère de l'invention. Je pense à un exemple très pratique : le système Star Wars de Ronald Reagan en 1983. Reagan a décidé qu'il faudrait créer un bouclier spatial et il se fiait à l'avancement de la technologie pour que ça marche. On est rendus presque 25 ans plus tard et la technologie n'a toujours pas fonctionné, on a dépensé des centaines de milliards de dollars pour essayer de trouver une façon, puis ça n'a jamais fonctionné. Autrement

dit, la recherche scientifique appliquée n'aboutit pas toujours. Souvent ça aboutit parce qu'il y a des résultats de science pure, de mathématiques pures entre autres, qu'on a réussi à appliquer. Tout ça pour dire qu'on ne sait pas quel type de mathématiques va avoir un jour une application. Je pense que c'est important de laisser les mathématiciens purs aller librement. C'est comme ça, je pense, que la science progresse. Elle ne progresse pas nécessairement selon les besoins de la société.

Il y a tellement de découvertes faites par hasard aujourd'hui que cela confirme un peu le fait qu'il faut laisser les mathématiciens, les chercheurs en général, penser librement, s'amuser avec leurs travaux de recherches. Il y en a d'autres de toute façon qui sont préoccupés par les applications, qui tôt ou tard vont ramasser les résultats qui viennent du domaine de la recherche fondamentale pour les appliquer, leur donner une justification, si on veut, vis-à-vis la société.

Par exemple, la géométrie non euclidienne a été découverte au 19^e siècle pour des raisons purement théoriques. C'est Einstein au 20^e siècle qui en a trouvé une application très concrète avec sa théorie de la relativité. C'est un exemple effectivement bien connu, il y en a d'autres aussi bien sûr. Je regarde tout ce qui a été fait avec les séries de Fourier. Le principe de Bernoulli a été découvert en 1750, mais ce n'est qu'au 20^e siècle qu'on s'en est servi de façon massive dans la construction des avions.

Bulletin AMQ – Le rôle de la théorie en science serait donc de fournir un réservoir de résultats qui ne demandent qu'à servir.

Jean-Marie De Koninck – Je vois la théorie comme un exercice libre de l'esprit. Les chercheurs ont besoin de liberté. Dans le fond, ce qu'il faut faire c'est de les laisser s'amuser. C'est ça en réalité. Pas juste en mathématiques, dans toutes les sciences. Tôt ou tard ils vont arriver à découvrir quelque chose, tout en ayant à l'esprit les applications qui pourraient être intéressantes ou les problèmes qui n'ont pas été résolus. Je pense au chercheur en médecine : il sait bien que toutes sortes de problèmes en médecine n'ont pas été réglés, mais ça ne veut pas dire qu'il doit toujours travailler avec un objectif spécifique à l'esprit. Il faut qu'il puisse vagabonder un peu dans l'univers des sciences, comme quelqu'un de délinquant pratiquement.

Bulletin AMQ – Est-ce que c'est ta façon de faire de la recherche ?

Jean-Marie De Koninck – Tout à fait, moi c'est ce qui m'intéresse. En recherche, ce qui est le fun c'est de lire, de parcourir tout ce qui sort, tous les articles qui sortent en mathématiques, dans mon domaine bien sûr – y a quelque chose comme 100 000 publications en mathématiques par année, on ne peut pas être à l'affût de tout ce qui se passe – on n'a pas le choix de se spécialiser aujourd'hui. J'admire ceux qui ont une culture universelle en mathématiques, mais ce n'est pas mon cas. Ce qui m'intéresse, c'est la théorie des nombres ; j'essaie de lire ce qu'il y a dans mon domaine et puis, à un moment donné, j'apporte ma contribution. Ceci étant dit, pour répondre à une des questions de Matthieu, je travaille sur 30 à 40 problèmes en même temps, je ne sais jamais sur lequel de ces problèmes je vais avoir un jour une bonne idée, mais je crois beaucoup au travail du subconscient. Tu connais l'image de l'iceberg, tu as 10 % qui sort de l'eau, ça c'est ton conscient, le subconscient est en dessous. Ce qui va faire que tu vas obtenir des résultats en science, je pense, c'est que constamment tu vas alimenter ton subconscient. Tu travailles sur 56 affaires en même temps ; j'exagère, c'est une image ; un moment donné, au moment où tu ne t'y attends pas, ton subconscient vient cogner à la porte du conscient et dit : Regarde, j'ai une idée !

Bulletin AMQ – Puis il y a aussi le travail en équipe. J'ai remarqué que tu avais beaucoup de publications avec d'autres, donc que tu aimes travailler en équipe.

Jean-Marie De Koninck – J'aime travailler en équipe et ça me stimule. C'est beaucoup plus facile maintenant que ça l'était, disons, il y 20 ans, à cause par exemple d'Internet, parce qu'on peut communiquer instantanément avec des chercheurs un peu partout sur la planète. Il m'est arrivé d'écrire un article dans une même journée avec deux collaborateurs parce qu'on pouvait communiquer par Internet. Les technologies de l'information facilitent la collaboration en équipe, ce qui était beaucoup plus difficile auparavant. Et c'est confirmé par les statistiques de l'AMS. Il y a eu un article l'an passé où on parlait de l'augmentation du nombre d'articles en équipe. On a constitué une banque de données avec les Math Reviews qui permet de répondre à des questions du genre : Combien d'articles le mathématicien moyen écrit-il ? ou encore : Si on regarde tout le volume des articles, combien d'auteurs y a-t-il ? Il y a maintenant près de 2 auteurs en moyenne par article, alors qu'auparavant

c'était plutôt 1,01. Dans les sciences expérimentales, les articles ont beaucoup plus d'auteurs parce que la recherche est réalisée dans des laboratoires avec de grosses équipes.

Bulletin AMQ – En mathématiques, on a un peu l'analogie des laboratoires avec les ordinateurs. Penses-tu que l'ordinateur va jouer un rôle important dans la recherche en mathématiques, disons en théorie des nombres, dans l'avenir ?

Jean-Marie De Koninck – Oui, l'ordinateur joue déjà un rôle important en mathématiques, un rôle qu'il ne jouait pas il y a 30 ou 40 ans. L'ordinateur a permis de faire avancer les mathématiques, il y a même de la recherche qui se fait par ordinateur. Je pense à des mathématiciens comme Jonathan Borwein ou à la fameuse découverte de Simon Plouffe-Borwein-Borwein qui ont découvert, je pense en 1996 ou 1997, une méthode pour déterminer la n -ième décimale de Pi en base 16, ce qui est impossible à faire actuellement en base 10. La seule façon de trouver la 200 millionième décimale de Pi en base 10, c'est de toutes les calculer jusqu'à la 200 millionième. Mais, en base 16, il y a maintenant une formule, qui est un développement en série.

Bulletin AMQ – Mais si on peut le faire en base 16, pourquoi pas en base 10 ?

Jean-Marie De Koninck – Non, on ne peut pas en base 10, ça ne se transpose pas. C'est dû à une fameuse identité mathématique qui implique des séries et qui a été découverte par ordinateur. C'est incroyable, c'est un des beaux exemples, à part l'exemple traditionnel du problème des 4 couleurs qui a été résolu par ordinateur. Mais cette série-là a été découverte par ordinateur puis elle peut être vérifiée à la main sur une page. C'est pas la même chose que le problème des 4 couleurs. Il y en a encore qui n'acceptent pas la démonstration du théorème des 4 couleurs parce qu'il y a des millions de cas qui ont été testés par ordinateur : ils disent que ce n'est pas une vraie démonstration mathématique. Tandis que dans le cas de la formule de la n -ième décimale de Pi en base 16, elle a été découverte par ordinateur mais vérifiée mathématiquement. Alors, ce n'est pas la même chose. Mais on n'en est qu'au début. Il y a un bel article de Borwein dans les Notices de l'AMS de l'an passé où il explique justement le nouveau rôle des ordinateurs dans les découvertes mathématiques.

Bulletin AMQ – De la même façon qu’il y a la physique expérimentale, la chimie expérimentale, la médecine expérimentale, il y aurait les mathématiques expérimentales. Qu’est-ce que tu penses de ça ?

Jean-Marie De Koninck – Si on entend par là la découverte ou la démonstration automatique de théorèmes, on n’en est pas là. Pour cela, il faudrait faire un pas important dans l’intelligence artificielle, mais on ne l’a pas encore fait. Il faudrait que les ordinateurs se mettent à réfléchir à notre place ! Ils l’ont fait en partie ; j’ai donné tout à l’heure l’exemple d’une série donnant la n -ième décimale de Pi en base 16, mais on est quand même loin d’une contribution systématique.

Bulletin AMQ – Mais si on entend par mathématiques expérimentales l’utilisation d’instruments de la même façon qu’en physique, en chimie ou dans toutes les sciences dites expérimentales, on utilise des instruments ?

Jean-Marie De Koninck – En théorie des nombres, on utilise l’ordinateur de façon pratiquement systématique. Si je regarde tous les algorithmes de factorisation dont on parlait tout à l’heure et qui sont assez puissants, ils demandent quand même une participation de l’ordinateur. Par exemple, les nombres premiers de Mersenne. On vient d’en trouver un autre il y a un mois : 2 exposant 30 000 000 quelque chose – 1, c’est le 43^e nombre premier de Mersenne qu’on a trouvé. C’est un nombre de 9 millions de chiffres. On le trouve grâce à un algorithme de Lucas-Lehmer qui date du début du 20^e siècle, mais qui est très efficace sur ordinateur. Il faut quand même 2 mois de calcul sur ordinateur pour le trouver. Utiliser cet algorithme-là et déterminer si un nombre de Mersenne est un nombre premier est impossible sans ordinateur. Il y a 50 ans, ça aurait été impossible, d’une part parce que les ordinateurs n’existaient pas ou qu’à ce moment-là ils étaient trop lents. Si on peut qualifier ça de mathématique expérimentale, alors les mathématiques expérimentales existent.

Bulletin AMQ – Je me demande même s’il n’y a pas une nouvelle revue qui s’appelle Experimental Mathematics.

Jean-Marie De Koninck – Oui, il y a une revue qui s'appelle *Experimental Mathematics* effectivement. Il y en a une autre : *Mathematics of Computation* ; il y a beaucoup de travail à l'ordinateur là-dedans. *Mathematics of Computation* est une revue de l'AMS, mais *Experimental Mathematics* est une revue indépendante.

Bulletin AMQ – Au 20^e siècle, les mathématiques ont explosé en toutes sortes de spécialités : les statistiques, la recherche opérationnelle pendant la guerre de 39-45, l'informatique puis les mathématiques expérimentales. Est-ce qu'il y a un problème d'unité en mathématique ?

Jean-Marie De Koninck – On dit souvent que les derniers grands mathématiciens universels sont Henri Poincaré, David Hilbert, Jacques Hadamard, qui travaillaient dans toutes les branches des mathématiques. Maintenant, c'est devenu pratiquement impossible comme je disais tantôt : on est rendus à 100 000 publications en mathématique par année. Tout n'est pas de grande valeur, mais il y a quand même plusieurs milliers de découvertes de grande valeur par année. Je n'ai même plus besoin de donner un qualificatif au mot impossible, je pense que c'est devenu impossible pour un mathématicien de se garder à jour dans tout ce qui se fait dans tous les domaines des mathématiques. Même à l'intérieur d'un domaine, c'est de plus en plus difficile d'être à la fine pointe de tout ce qui se fait. C'est dû au fait que les mathématiques ont connu une croissance exponentielle, c'est le cas de le dire, ces dernières années. Plus de la moitié des grands mathématiciens de toute l'histoire des mathématiques sont vivants aujourd'hui.

Bulletin AMQ – Dans l'antiquité, il y a eu les *Éléments* d'Euclide qui ramassaient toutes les connaissances de l'époque. Au 20^e siècle il y a eu le groupe Bourbaki qui a commencé à écrire les *Éléments de mathématiques*. Qu'est-ce que tu penses de cette entreprise ?

Jean-Marie De Koninck – Le défaut, l'échec je pourrais dire, de Bourbaki a été de vouloir refaire les mathématiques avec rigueur en laissant pratiquement de côté l'intuition. En tout cas, pour l'enseignement des mathématiques, je pense que cela a été un échec. Si on regarde ça avec un peu de recul, l'exercice en soi était intéressant, il y avait une volonté de mettre un peu d'ordre en faisant une synthèse rigoureuse des mathématiques. Dans ce sens-

là, l'expérience valait sûrement la peine, mais je pense que malheureusement cela a fait fuir beaucoup de bons cerveaux potentiels parce qu'on avait retranché, éliminé l'aspect intuition qui finalement est le principal outil du mathématicien. La rigueur formaliste, c'était bon pour rédiger de belles mathématiques, ça plaisait peut-être à l'esprit, mais ça ne plaisait pas au cœur. Je ne sais pas.

Bulletin AMQ – Les membres de Bourbaki étaient des mathématiciens créateurs. Ils avaient pourtant cette intuition.

Jean-Marie De Koninck – Oui, tous ces mathématiciens-là avaient de l'intuition, mais c'est comme s'ils avaient évacué cette dimension-là de la recherche mathématique pour ne garder que la dimension formelle. Je pense que cela a été une mauvaise approche surtout dans l'enseignement. Éliminer l'intuition dans l'enseignement des mathématiques, c'est une erreur pédagogique.

Bulletin AMQ – René Thom dit que l'élimination de la géométrie des programmes scolaires a été une erreur pédagogique et scientifique. Il dit qu'en géométrie élémentaire il y a des problèmes qui stimulent l'imagination et attirent l'esprit des jeunes, alors qu'en algèbre élémentaire il n'y en a pas. Il y a évidemment des problèmes stimulants en algèbre, mais pour cela il faut aller au niveau de la recherche. Ce fait donne un avantage certain à la géométrie dans l'enseignement.

Ici au Québec, on a fait la réforme des maths modernes comme tout le monde et on s'est cassé la gueule comme tout le monde. Mais graduellement, on a lancé plusieurs réformes qui ont abouti dans les années 1980 à l'approche par problèmes, la résolution de problèmes. Cela a produit des résultats puisque les jeunes québécois de 14-16 ans sont montés sur le podium plusieurs fois dans les concours internationaux. Dans la presse, quand on parle de mathématiques d'une façon positive, c'est à l'occasion de ces concours-là. Le Québec se classait mieux que les autres provinces canadiennes. Est-ce que ça peut être relié d'après toi à une façon de faire particulière au Québec ?

Jean-Marie De Koninck – Bien, c'est peut-être toi qui pourrais répondre à cette question-là. Moi aussi j'ai l'impression que l'approche par problèmes est la meilleure. La meilleure

façon d'enseigner les mathématiques, c'est d'amener les jeunes à découvrir les mathématiques et non de dire : Écoutez, en mathématiques la façon dont ça fonctionne, on se donne des définitions, on en déduit des résultats et seulement après on se permet de regarder des applications. Je pense que la nouvelle approche, c'est de commencer avec un problème puis d'amener le jeune à découvrir les outils dont il a besoin pour résoudre ce problème-là. Il s'agit d'exploiter la curiosité de l'étudiant à son maximum. Si on lui explique un problème qu'on n'est pas capable de résoudre, et même parfois si on pose carrément à des jeunes des problèmes de mathématiques qui n'ont pas de solution, pour qu'ils comprennent par eux-mêmes la complexité du problème et voient tout le défi qu'il y a à le résoudre, ils vont essayer d'aborder le problème de différentes façons. Dans le cas d'un problème résoluble, ils vont éventuellement peut-être y arriver, dans le cas d'un problème non résoluble probablement pas, mais l'exercice qu'ils auront fait à essayer d'explorer toutes les avenues pour explorer ce problème-là va les amener à découvrir certaines mathématiques qui deviendront des outils qu'ils pourront utiliser pour résoudre d'autres problèmes. Je pense à la fameuse expérience de « Math en jeans » en France où une centaine de chercheurs du CNRS sont impliqués : des chercheurs sont invités dans les écoles primaires, puis ils font faire de la recherche mathématique à des élèves du primaire ; c'est vraiment incroyable. Sur le site Web de « Math en jeans », on tombe sur toutes sortes de petits problèmes amusants qui peuvent être compris par des jeunes du primaire qui arrivent à développer des outils mathématiques pour les résoudre. Comme quoi on n'a parfois pas besoin de tant de connaissances mathématiques pour résoudre un problème de mathématiques.

Bulletin AMQ – Est-ce que tu es favorable à un retour à la bonne vieille géométrie ?

Jean-Marie De Koninck – Oui, probablement un retour à la bonne vieille géométrie, mais peut-être avec une pédagogie plus adaptée. Ce qu'on disait tantôt, la géométrie déductive d'Euclide, c'est un petit peu froid, l'intuition n'a pas tellement sa place. Je n'ai pas d'objection à cela jusqu'à un certain point, mais il y a une préoccupation pédagogique qui nous amène à trouver des façons plus amusantes d'enseigner la géométrie. Il y a un outil qu'on n'utilise pas assez pour rendre les mathématiques plus populaires, c'est tout l'aspect humain. On devrait davantage exploiter le visage humain, les personnes qu'il y a derrière les résultats mathématiques. On parle du théorème de Dedekind, du théorème de Lagrange,

du théorème de Fermat, pourquoi ne pas parler davantage de ces personnes-là qui ont eu des vies, des parcours intéressants, je pense à Ramanujan entre autres, ce qui permettrait de rendre les mathématiques un peu plus sympathiques auprès des jeunes et auprès de la population.

Bulletin AMQ – C’est ce que tu as fait dans la série d’émissions *C’est mathématique!*

Jean-Marie De Koninck – Oui effectivement, on avait la petite anecdote mathématique à la fin de chaque émission sur un mathématicien, pour rendre et le mathématicien et les mathématiques plus sympathiques, plus humains.

Bulletin AMQ – Parce qu’au fond, s’il y a quelque chose d’humain, c’est bien les mathématiques. Ça n’existe pas en dehors du cerveau humain.

Jean-Marie De Koninck – C’est vrai dans le fond. Si on veut philosopher un peu, effectivement. Il y en a qui disent, il y a un grand débat là-dessus, il y en a qui disent que les mathématiques existeraient sans les êtres humains. Et d’autres disent le contraire. Mais je ne veux pas m’embarquer dans cette discussion-là.

Bulletin AMQ – J’ai l’impression que tu as une certaine réticence à aborder les questions philosophiques. Pourquoi ?

Jean-Marie De Koninck – Pourtant, je viens d’une famille où mon père et mon frère aînés sont des philosophes ; mon père aimait beaucoup les mathématiques, aimait beaucoup la géométrie en passant. Il a failli faire carrière en mathématiques d’ailleurs, mais il a choisi finalement la philosophie.

Bulletin AMQ – C’est un scoop.

Jean-Marie De Koninck – Oui, c’est un scoop effectivement, c’est intéressant. J’ai appris ça dernièrement de mon grand frère.

Bulletin AMQ – Quand j’étais au collège, j’ai eu un jour en main les Œuvres complètes de Henri Bergson. Le premier texte que lui-même considérait digne de figurer dans ses *Œuvres* était la rédaction d’un problème du concours d’entrée à l’École normale supérieure, je crois. Le premier article scientifique apparaissant dans les Œuvres du philosophe Bergson est la résolution d’un problème de mathématiques.

Jean-Marie De Koninck – C’est pour dire que la philosophie n’est pas tellement loin des mathématiques. On le voit, comme tu dis, par la vie de certains personnages, et on le voit souvent dans les réflexions de certains mathématiciens qui, finalement, ont des réflexions qu’on serait plutôt tenté d’attribuer à des philosophes, et pourtant ils sont mathématiciens. Puis on voit aussi que les philosophes en général portent grand intérêt à l’avancement des mathématiques. Je trouve ça très amusant, puis ils se rejoignent dans certains domaines comme la logique.

Bulletin AMQ – Oui, les mathématiciens ont apporté beaucoup à la logique depuis Boole, Hilbert, Russell. Et aussi sur la question de l’infini, du discret et du continu avec Cantor. On peut souhaiter que nos amis philosophes apprécient cet apport et regardent ces grands problèmes d’un œil nouveau. Mais le problème, évidemment tu le sais, c’est l’éducation : la formation en sciences humaines est incomplète, car elle évacue les mathématiques.

Jean-Marie De Koninck – C’est incroyable ça. C’est tellement dommage de voir effectivement que, par ignorance d’une certaine façon, on prive les étudiants d’outils importants pour aborder les grands problèmes. C’est drôle parce qu’on va à contre-courant de ce qu’on était en train d’expliquer tantôt, que finalement dans notre société qui est de plus en plus compétitive sur le plan économique, avec le phénomène de la mondialisation, on est en train de se faire bouffer par les autres sociétés où on a décidé d’accorder plus d’importance aux sciences et aux mathématiques. Je regarde un peu partout en Occident, il y a une baisse d’intérêt pour les sciences et les mathématiques dans les écoles, une baisse du nombre d’inscriptions. Ici à la faculté des sciences, il y a une baisse de 5 %, je pense, par rapport à l’an passé, mais qui est systématique depuis quelques années. Le même phénomène se passe en France et aux États-Unis. Alors que dans les pays asiatiques, il y a une croissance d’intérêt pour les sciences et les technologies. Je pense à la Chine, au Japon, à la Corée du Sud,

aux Indes : on est en train de développer des produits à la fine pointe de la technologie, les étudiants sont de plus en plus forts en mathématiques. La coïncidence est frappante : pendant que nous autres on se désintéresse des sciences, notre économie baisse, alors que chez eux, dans les pays Asiatiques, on s'intéresse aux sciences et aux mathématiques, et on est en train de développer des cerveaux extraordinaires. Leur économie est en croissance phénoménale. Autrement dit, pour des raisons purement économiques, on devrait instruire davantage nos jeunes en sciences et en mathématiques. Malheureusement, au Québec, on est en train d'aller dans le sens contraire. C'est ça que je trouve désolant, affolant. Il faut croire que les décideurs ne sont pas renseignés. Pourquoi prennent-ils des décisions comme celles-là ?

Bulletin AMQ – Tu vas être notre ambassadeur cette année pour convaincre les décideurs. Serait-il utile que le premier ministre du Québec fasse un peu comme le président des États-Unis, qu'il énonce clairement que les mathématiques et les sciences sont essentielles à la compétitivité économique du Québec ?

Jean-Marie De Koninck – Je pense qu'effectivement ça serait bon que, même avant de mettre de l'argent, il y ait un énoncé politique. Que les politiciens s'avancent pour dire : oui on a compris, oui on a compris que pour être davantage compétitif, oui on a compris que pour avoir une société plus avant-gardiste, on devrait investir davantage dans l'éducation, puis investir davantage dans l'éducation au niveau des sciences et des mathématiques. Déjà un énoncé politique comme celui-là, avant même qu'il y ait un sou versé, ça brasserait un peu les gens. Le monde de l'éducation dirait : Finalement oui, peut-être que c'est vrai. L'industrie aussi dirait : Oui c'est vrai, on a besoin d'une main-d'œuvre plus spécialisée, plus forte sur le plan des sciences et des technologies. Il faudrait que nous autres aussi on contribue à cette formation-là. Je pense beaucoup au projet conjoint gouvernement et industrie pour avoir une main-d'œuvre plus compétente en sciences, en mathématique et en technologies.

Bulletin AMQ – Est-ce qu'il ne faudrait pas aller présenter *ShowMath* aux politiciens ?

Jean-Marie De Koninck – Oui effectivement, peut-être à toute fin pratique. Parce que l'idée de *ShowMath*, c'est pas un cours de mathématique, c'est pour montrer aux gens qu'il y a des mathématiques un petit peu partout dans différents domaines de l'activité humaine et que c'est aussi très amusant, très excitant.

Bulletin AMQ – Pour le bénéfice des lecteurs, des membres de l'AMQ qui sont très fiers de t'avoir comme président, j'aimerais terminer cette entrevue en te demandant comment tu vois le rôle de l'AMQ dans tout ce contexte dont on a parlé jusqu'à maintenant, de valorisation des sciences et des mathématiques.

Jean-Marie De Koninck – Bien, je pense qu'effectivement, il y a encore là un petit rattrapage à faire pour redonner aux mathématiques leur place, la place qu'elles méritent dans notre système d'éducation. En fait, dans le curriculum scolaire, il faudrait davantage de cours de mathématiques aussi bien au niveau optionnel qu'au niveau obligatoire. Je pense qu'on ne peut pas devenir un citoyen informé, capable de prendre de bonnes décisions aujourd'hui, si on n'a pas au moins une base en mathématiques. Je ne parle pas de connaître le calcul différentiel et intégral ou quelque chose comme ça. Mais, dans la vie de tous les jours, on est bombardés de données numériques à la télé, dans les médias, que ce soit des graphiques, des sondages, des loteries, des hypothèques, etc. Les gens sont bombardés de chiffres qu'ils ne comprennent pas, qu'ils sont incapables d'interpréter. À la limite cela donne des citoyens qui sont exploités par les gouvernements et aussi par l'entreprise privée qui essaye de leur passer des produits qu'ils ne devraient pas se procurer. Je pense que le niveau d'ignorance mathématique chez les citoyens est déplorable et c'est dû en bonne partie à notre système d'éducation qui n'est pas à la page de ce côté-là. On pense souvent : Si vous n'allez pas dans un domaine pointu des sciences, vous n'avez pas besoin des mathématiques. Je pense au contraire que partout, quelle que soit sa carrière future, chaque personne a besoin d'une base en mathématiques dont elle pouvait peut-être se passer il y a 30 ou 40 ans mais plus maintenant. Les mathématiques sont actuellement omniprésentes dans à peu près tous les métiers, et celui qui veut être capable d'avoir une carrière intéressante dans à peu près n'importe quel secteur d'activité humaine devrait avoir une base assez solide en mathématiques. Je trouve ça dommage qu'elles soient évacuées de notre système scolaire, évacuées par des gens incompetents qui n'ont pas été capables de comprendre l'importance

des mathématiques. C'est peut-être un jugement un peu sévère, mais disons que c'est ma perception de ce qui se passe actuellement. Je pense que l'Association mathématique du Québec a un rôle à jouer pour remettre les mathématiques à leur place.

Bulletin AMQ – Ça me rappelle qu'on avait eu un congrès à Lévis en 1995 où tu avais reçu avec Armel Mercier le Prix Adrien-Pouliot pour votre livre de théorie des nombres publié chez Modulo. Le ministre de l'Éducation de l'époque était venu.

Jean-Marie De Koninck – C'était Jean Garon. C'est lui qui m'avait remis le prix.

Bulletin AMQ – J'avais trouvé excellent son discours : il était venu nous dire que les mathématiques font partie, avec la langue française et l'informatique, des langages fondamentaux que l'on doit apprendre à l'école.

Jean-Marie De Koninck – Galilée disait : Le livre de la nature est écrit dans le langage des mathématiques. Mais selon moi, les mathématiques c'est plus qu'un langage, c'est devenu un outil indispensable autant pour les scientifiques que pour les citoyens.

Bulletin AMQ – Là-dessus j'aimerais, au nom des lecteurs du Bulletin AMQ, te remercier beaucoup de cette très intéressante entrevue.

Jean-Marie De Koninck – Ce fut un plaisir.