
Mathematics Education
Éducation Mathématique
(Org: **Michèle Artigue** (Paris) and/et **Bernard Hodgson** (Laval))

NICOLE BOPP, IUFM d'Alsace, 141 avenue de Colmar, F-67100 Strasbourg, France

Quelles mathématiques pour les futurs enseignants et comment les enseigner ?

Le principal concours de recrutement des professeurs de mathématiques (CAPES) est ouvert aux étudiants titulaires d'une licence et une grande partie de ceux qui le préparent n'ont pas poussé leurs études plus loin. En partant des difficultés rencontrées en mathématiques par les étudiants préparant ce concours mais aussi par les enseignants débutants, je vais analyser les points positifs et surtout les points négatifs de la formation que nous donnons en licence de mathématiques et à l'IUFM.

Je tâcherai de décrire les choix faits dans les différentes universités pour proposer des parcours spécifiques aux étudiants se destinant au CAPES et j'envisagerai les réponses possibles aux deux questions : faut-il enseigner les mêmes programmes à ceux qui se destinent à faire un master et à ceux qui se destinent au CAPES ? faut-il les enseigner de la même façon ?

En particulier j'examinerai comment la formation universitaire en licence, la préparation au concours et le travail fait pendant l'année de stage pourraient aider nos étudiants, c'est-à-dire ceux qui s'inscrivent à l'université en sortant des terminales S d'aujourd'hui, à évoluer. Comment les aider à ne plus se comporter en consommateurs de corrigés d'exercices mais en êtres curieux, habitués à se poser des questions et à avoir confiance dans les réponses qu'ils y apportent ?

CHANTAL BUTEAU, Brock University, 500 Glenridge Avenue, St. Catharines, Ontario L2S 3A1

Encourager la créativité mathématique et l'indépendance intellectuelle des étudiants universitaires par l'utilisation de la technologie : une implémentation à Brock University

Le rôle et l'apport de la technologie dans l'éducation mathématique varient selon la technologie et son intégration dans l'enseignement. Dans cette présentation, je discuterai d'une utilisation spécifique de la technologie par les étudiants universitaires, soit la conception et l'implémentation d'*objets d'exploration mathématique* (plate-forme d'exploration digitale, interactive, facile à utiliser et conçue pour l'exploration d'une conjecture mathématique, un problème ou une application). Cette utilisation s'avère stimuler la créativité mathématique et l'indépendance intellectuelle des étudiants.

Ma réflexion se situe dans le contexte de MICA (*Mathematics Integrated with Computers and Applications*), programme de mathématiques de premier cycle de l'Université Brock (Canada) depuis 2001. Deux des principes de base sont

- (1) d'encourager la créativité et l'indépendance intellectuelle des étudiants et
- (2) de développer les concepts mathématiques de concert avec l'usage de la technologie et des applications.

En plus d'une révision des cours traditionnels (Analyse, Algèbre, etc.), trois cours uniques MICA I, II et III ont été conçus en intégrant concrètement ces deux principes de base. C'est dans ces cours que les étudiants conçoivent et implémentent des objets d'exploration mathématique, incluant des projets finals originaux sur un sujet de leur choix. Nous notons chez les étudiants un enthousiasme et une volonté à travailler sur leur projet qui dépassent les attentes d'une simple note finale.

La viabilité à long terme des cours MICA est possible particulièrement grâce à une synchronisation (ardue) de l'intégration de la technologie dans le programme MICA. Des exemples d'objets d'exploration d'étudiants (projets finals originaux) sont disponibles à l'adresse www.brocku.ca/mathematics/studentprojects.

CLAIRE CAZES, UPMC, 4 place Jussieu, Paris 75005, France

Utilisation des TICE en enseignement des Mathématiques à l'Université

Je m'attacherai, à travers de nombreux exemples à montrer des utilisations effectives des TICE dans l'enseignement des mathématiques à l'université et à expliciter quelques questions afférentes.

Tout d'abord, en liaison avec les exposés sur les curricula, je poserai la question de l'influence des TICE sur les contenus enseignés : observe-t-on en enseignement supérieur un changement analogue à celui observé dans les lycées à la suite de l'introduction des calculatrices et pourquoi ? Je regarderai ensuite les modes d'évaluation : les TICE sont-elles un moyen de varier, différencier les modes d'évaluation ou au contraire sont-elles totalement absentes de ces activités ? Enfin, c'est sans doute dans le domaine des moyens d'enseignement que les TICE sont le plus présentes. Je soulèverai la question du lien entre les outils TICE et l'apprentissage des étudiants. Les réponses sont très différentes suivant le type de produit utilisé. Sans soucis d'exhaustivité, je montrerai des réalisations aussi différentes que des outils de simulation pour l'apprentissage des statistiques, des cours européens en ligne ou des portails de ressources visant à créer des espaces offerts à des communautés de pratiques de plus en plus internationales.

Ces exemples visent à montrer comment les TICE interviennent dans tous les domaines relatifs à l'enseignement des mathématiques c'est pourquoi chacun est concerné par les questions y afférant. Corrélativement, la variété des problèmes soulevés, leur évolution rapide en fonction des progrès technologiques mais aussi, comme le montreront d'autres exposés, en fonction de la formation des différents acteurs, rendent l'exercice de synthèse très difficile.

JEAN-MARIE DE KONINCK, Université Laval, Québec G1K 7P4

Mathématiques à vendre

Depuis quelques années déjà, les mathématiques semblent avoir perdu beaucoup de popularité auprès des jeunes. Pourtant, les mathématiques ont connu un essor incroyable au cours des deux dernières décennies : elles contribuent au développement économique de notre société et elles sont de plus en plus présentes dans notre vie de tous les jours. Néanmoins, beaucoup de jeunes boudent les mathématiques.

Comment faut-il donc s'y prendre pour aller rejoindre les jeunes, leurs parents et le grand public pour ainsi susciter chez ces diverses clientèles un intérêt pour les mathématiques ? Nous ferons état de certaines des approches que nous avons mises de l'avant pour mettre en valeur les mathématiques auprès des jeunes et des moins jeunes.

DENISE GRENIER et FRANÇOIS SAUVAGEOT, Institut Joseph Fourier, Université de Grenoble, 100 rue des Maths, BP 74, F-38402 St Martin d'Hères, France; Laboratoire Jean Leray, UFR Sciences et Techniques, 2 rue de la Houssinière, BP 92208, F-44322 Nantes Cedex 3, France

Attirer les élèves vers les mathématiques: le rôle des mathématiciens

La désaffection pour les mathématiques est une préoccupation en France depuis quelques années. Nous donnerons une vue d'ensemble d'un certain nombre d'actions menées en France pour y remédier, certaines durent depuis un certain temps et ont donc montré leur résistance, d'autres sont plus récentes. Nous proposons ensuite d'explorer une voie, qui ne mise ni sur l'utilité des mathématiques, ni sur le seul spectacle de leur beauté.

Il s'agit de mettre les élèves eux-mêmes en "situation de recherche", par des problèmes ludiques, déclinables à tous niveaux, et pourtant consistants du point de vue des mathématiques en jeu. Ceci implique à la fois un énoncé peu (voire non) mathématisé, des notions sous-jacentes non complexes, mais une question dont la réponse est non triviale. L'exposé s'appuiera sur une démonstration de divers supports utilisés en situation.

Nous présenterons quelques-uns de ces problèmes, étudiés depuis des années dans l'équipe Maths-à-Modeler, à l'école comme à l'université, ou en formation des enseignants. Nous analyserons les spécificités qui en font de vraies "situations pour l'apprentissage de la démarche scientifique", celle-ci pouvant se décrire par la capacité à expérimenter, émettre des conjectures, chercher des contre-exemples, modéliser, définir, prouver. Nous illustrerons notre propos d'exemples de productions d'élèves et d'éléments de gestion de ces situations.

Enfin nous présenterons deux situations, l'une à l'école primaire et l'autre pour le "grand public", car nous pensons que pour attirer les enfants vers les mathématiques, il n'est pas inutile de se poser la question du regard de leurs parents. Nous

montrons comment partir soit du contenu mathématique, soit d'une situation concrète qui suscite des questions. Une fois l'idée posée, nous montrons comment la mettre en situation de façon à la fois originale et crédible.

VIVIANE DURAND GUERRIER, Université Lyon 1, IUFM de Lyon, 5 rue Anselme, 69004 Lyon

Logique, langage, raisonnement et apprentissages mathématiques à la transition secondaire-supérieur / Logic, language, reasoning and learning in mathematics at the secondary-tertiary transition

L'apprentissage des mathématiques offre des difficultés très résistantes chez de nombreux élèves et étudiants alors que les mathématiques sont des outils essentiels de l'activité humaine dans de très nombreux domaines. Un des obstacles principaux réside dans l'appropriation des formalismes et leur mise en relation avec les contenus, empiriques ou théoriques, qu'ils permettent de modéliser. Ceci conduit à un paradoxe apparent de la transition entre le secondaire et le supérieur : alors que l'usage du formalisme devrait favoriser la clarification conceptuelle, en particulier en permettant de mettre à distance les ambiguïtés inhérentes au langage courant, on constate au contraire que, pour de nombreux étudiants arrivant dans le supérieur, il conduit à une perte de signification. Ceci, en particulier, dès lors que l'on travaille avec des énoncés complexes faisant intervenir des interactions entre les connecteurs logiques et les deux quantificateurs. Dans cette communication, nous montrons que la logique du calcul des prédicats, dans la perspective sémantique initiée par Frege et développée par Wittgenstein et Tarski, offre des ressources pour conduire un travail avec les étudiants au plus près des contenus mathématiques eux-mêmes, permettant de favoriser la nécessaire articulation entre forme et contenu. Cette communication s'appuie sur nos propres travaux de recherche en didactique des mathématiques dans le cadre de l'université Lyon 1, et sur les travaux conduits au sein de la commission nationale Inter IREM Université, et au sein de l'IREM de Lyon.

N.B. The communication will be in French, a support in English will be provided.

VÉRONIQUE HUSSIN, Université de Montréal, Département de Mathématiques et de Statistique, Montréal

Des mathématiciens de retour à l'école

Développer le goût pour les mathématiques chez les jeunes du primaire et du secondaire est une action qui m'a tenu à coeur depuis la fin de mes études secondaires lorsque j'ai décidé de poursuivre une carrière de mathématicienne. Dans cette conférence, j'aimerais partager avec les participants les différentes expériences vécues durant une quinzaine d'année en faisant du bénévolat dans les écoles primaires et secondaires.

Dans un premier temps, celles-ci se déroulaient dans le cadre du programme "Innovateurs à l'école". La petite histoire d'une suite de nombres et le secret des carrés magiques sont des sujets que j'ai animés. Ils étaient en demande surtout auprès des jeunes de cinquième et sixième années du primaire mais également auprès de ceux des deux premières années du secondaire. Récemment, le projet SEUR de l'Université de Montréal a créé des camps de sciences, en été, pour les élèves des quatrième et cinquième années du secondaire. Je fus l'une des premières animatrices d'une journée consacrée aux mathématiques. La présentation des carrés magiques a donc été adaptée.

Mon objectif, dans tous les cas, était de susciter l'intérêt pour les mathématiques chez les élèves. Je leur racontais une histoire. Je les incitais à faire du déchiffrement, à réfléchir sur des généralisations de propriétés, à expérimenter par eux-mêmes des constructions.

CLAUDE LAFLAMME, University of Calgary

Computer interface for elementary mathematics

Can one learn mathematics through a computer interface or does one need to a priori know it before heading to the keyboard? Machines and software behave logically by their very nature, and logical structure is precisely one of the important components missing from students having difficulty with mathematics. Other subject areas have a much greater advantage: accounting is procedural with interfaces largely through common table-like balance sheets and financial statements; economics makes heavy visual use of graphs. But mathematics' language is full of those unintuitive and abstract objects such as operation signs and

esoteric symbols, brackets, variables, fractions, polynomials, trig functions . . . already all at the high school level, and even the highly sophisticated symbols for integrals, limits, . . .

Tough enough to learn mathematics, no need to make it harder! The old paper exam full of nonsense but a few key numbers and formulas may be quite forgiving and even return passing marks, thanks to the quick recognition capability of the marker's experiences brain. But the computer interface for mathematics has nowhere even closely achieved this high level of support for those struggling with mathematics; it presents itself instead as a barrier to learning. On the other hand, mathematics typesetting and computational software have surprisingly made superlative leaps for those in control of the discipline.

We review and discuss some of the many attempts and current practices, and argue toward an optimistic breakthrough in the not so distant future.

MIROSLAV LOVRIC, McMaster University, Dept. of Math and Stats, Hamilton, ON L8S 4K1, Canada
Mathematics Textbooks, Misconceptions and Conceptual Understanding

Mathematics instruction, in many North American secondary and tertiary institutions, is strongly textbook-driven. Textbooks determine not just what is taught, but also suggest strategies that are to be used in teaching. Moreover, "... textbook represents a message from the larger mathematical community about what students should learn."

Perhaps contradictory to one's expectations, textbook-related research is far from developed. There have been various attempts at evaluating textbooks, or studies exploring the relationships between textbooks and curriculum or between textbooks and learners; or studies that compared textbooks in different countries. However, the amount of research related to the quality of mathematical content and its exposition appears to be quite modest. Very few mathematics education researchers have taken a really close look at what is in the textbooks, with the focus on how the material is presented and what kind of learning may be implied.

By examining a variety of case studies, I will illustrate several findings of my research (collaboration with Ann Kajander). We took a closer look at textbooks commonly used in Ontario (grade 12 and first year university), to determine to what extent, and how, mathematics textbooks potentially contribute to the creation and strengthening of students' misconceptions (e.g. sources of systematic errors). This way, we investigate to what extent textbooks might promote (or not) deep, conceptual understanding of the material that they present.

I will attempt to convince the audience that this is an area of research that requires genuine collaboration between mathematicians and mathematics educators—that, in the end, will benefit both groups.

ALINE ROBERT, UCP–IUFM de Versailles, 45 bd des Etats-Unis, 78000 Versailles, France
Un exemple de formation universitaire de formateurs d'enseignants de mathématiques des lycées et collèges

Après la première phase, disciplinaire, du concours de recrutement des enseignants de mathématiques du secondaire, une formation professionnelle d'une durée de un an est organisée pour ceux qui sont reçus. Tous ces enseignants débutants ont une classe à eux, voire deux, suivent des stages en établissements, ont des formations regroupées en centre, rédigent (le plus souvent) un écrit professionnel. En revanche le contenu des formations en centre est variable, par exemple la place de la didactique dépend beaucoup des formateurs.

C'est dans ce cadre que nous avons mis en place une formation universitaire de niveau master destinée à des enseignants expérimentés qui encadrent ou encadreront des enseignants débutants ou en formation continue. Cette formation de formateurs est, pour une part importante, consacrée à l'analyse de séances de mathématiques en classe, à partir de vidéos. Nous en décrivons les objectifs et le fonctionnement.

MARC ROGALSKI, Université des Sciences et Technologies de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq, France
Innovations et recherches didactiques dans l'enseignement des mathématiques dans les premières années universitaires en France

Dans la période 1984–2000, des innovations dans l'enseignement des mathématiques dans les premières années d'université ont eu lieu, et alimenté diverses recherches en didactique. Nous évoquerons ces innovations, souvent d'assez grande ampleur, et les conditions qui les ont permises.

Nous exposerons ensuite les pistes de recherche suscitées. Travaillant sur les transitions entre le lycée et l'université, ces recherches ont permis d'analyser des ruptures multiples entre les deux types d'enseignement, ainsi que le développement de questions didactiques axées sur des analyses épistémologiques du type des savoirs enseignés, d'une part, et sur l'analyse des activités mathématiques pratiquées réellement par les étudiants, d'autre part.

Depuis cette période, l'organisation des enseignements a changé, et seules des innovations de petite taille ont la possibilité, actuellement, de voir le jour. Des réflexions épistémologiques ou didactiques continuent de se développer, mais de façon générale l'impact global des travaux anciens ou actuels sur les pratiques des mathématiciens enseignant à l'université semble faible.

Pourtant, il existe en France depuis 1990 un dispositif de formation des futurs enseignants du supérieur (les Centres d'Initiation à l'Enseignement Supérieur). A travers quelques exemples, nous évoquerons les possibilités qu'ils peuvent offrir pour des formations susceptibles d'influencer les pratiques des futurs enseignants de mathématiques à l'université.

ELAINE SIMMT, University of Alberta

The mathematical education of teachers of mathematics

The education of mathematics teachers in Canada is the responsibility of faculties of education who provide programs which satisfy provincial certification requirements. Recent critiques concerning how well teachers are prepared to teach mathematics has prompted reflection on those programs and research into teachers' mathematics. This work is largely but not exclusively focused on what mathematics might be most suitable for the education of school mathematics teachers. In this session the structure of pre-service teacher education in Canada will be discussed. This will be followed by a discussion of research into mathematics for teaching and how that research offers insights for reshaping current teacher education practices and programs.

KEITH TAYLOR, Dalhousie University, Halifax, NS B3H 4J1

Mathematics: The Undergraduate Curriculum

I will provide my thoughts on the structure of the undergraduate curriculum in mathematics from the point of view of the tension between secular and sacred mathematics. Recent revolutions in life sciences mean that sophisticated mathematics plays much more of a role in the advancement of areas such as genetics, neuroscience, and ecology. Exponentially increasing computational power brings deep algorithms for encryption and signal processing literally into the hands of any individual using a Blackberry.

As an administrator for seven years, I have seen opportunities missed in all of the sciences because of a mismatch between what mathematics is needed and what we teach.

LUC TROUCHE, Institut National de Recherche Pédagogique, Lyon (FRANCE)

Intégration des TICE dans l'enseignement des mathématiques, quel accompagnement des professeurs?

L'intégration des TICE dans l'enseignement des mathématiques se heurte, dans de nombreux pays à de sérieuses difficultés. Après avoir analysé ces difficultés en termes de résistance des professeurs, les institutions éducatives ont pris conscience de la complexité de ces processus d'intégration.

Nous présenterons deux dispositifs de formation des maîtres qui, prenant en compte cette complexité, proposent une assistance méthodologique aux professeurs. Les deux dispositifs reposent sur trois hypothèses fortes :

- l'intégration des TICE dans le cours de mathématiques suppose de disposer de situations mathématiques renouvelées et de scénarios permettant d'accompagner leur mise en oeuvre ;

- il n'y a pas de ressources pédagogiques "clé en main" pour les professeurs, une intégration réussie suppose que les professeurs soient associés à tout le processus, qui va de la conception à la mise en oeuvre et à la révision de ces ressources ;
- l'investissement des professeurs dans ce processus est facilité par le l'émergence de communautés professionnelles qui développent des viviers de ressources.

Nous proposerons une approche pour étudier la structure de ces viviers et la dynamique de leur développement, du point de vue mathématique et didactique.

WALTER WHITELEY, York University, Toronto, Ontario

A Mathematics Program for Future Teachers

Knowing that many of our mathematics majors were future teachers, a collaborative team from Mathematics and Education developed a Mathematics for Education Honours Major program at York University. I will talk about some principles of our design, some key debates and choices built into this design, some of courses/pedagogy which are central to the program, as well as some challenges which remain.

The design drew on: working group reports from the Canadian Mathematics Education Study Group; Mathematics Association of America reports; discussions with teachers; discussions at the Fields Institute Mathematics Education Forum; and informal reports from recent graduates and senior undergraduates. The design was constrained by the range of courses currently in our curriculum (even if these were seldom taught), and the financial constraints that each new section offered here probably means another section elsewhere in mathematics is not offered.

The first focus is on breadth in mathematics and statistics, with exposure to the range of 'mathematical processes' (not topics) that are at the core of the current Ontario curriculum. A second implicit focus is on university classroom pedagogies that model mathematical processes desired in the schools (e.g. use of technology, group work, communication, problem solving, multiple representations) as well as 'capstone experiences' to draw together approaches and representations from the range of prior courses and to explore connections between parts of mathematics and approaches to doing mathematics. I will also sketch some of the impacts on the department, the recruitment of students, and the collaborations between mathematics and education.