ICMI
Study 16

**Challenging Mathematics in and
beyond the Classroom**

Document de Discussion

Traduction française
Août 2004

16^{ième} Etude ICMI
Challenging Mathematics in and beyond the Classroom
Document de discussion

De temps en temps, ICMI (Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique) organise des études pour examiner en profondeur et en détails certains domaines de l'éducation mathématique. Ce qui suit est le document de discussion de la 16^{ième} Etude qui vient d'être lancée : *Challenging Mathematics in and beyond the Classroom* .

1. Introduction

Les mathématiques sont attirantes, utiles et créatives. Que pouvons-nous faire pour les rendre accessibles au plus grand nombre ?

De récentes méthodes pour développer la créativité des étudiants en mathématique parmi lesquelles l'usage de recherches, de situations problèmes, de sujets de réflexion, et tout une série d'autres stratagèmes. On peut y voir des moyens pour attirer les étudiants avec des outils qui vont exciter leur mémoire.

Les initiatives prises autour du globe sont de qualité variable et ont rencontré divers degrés de réussite. Les nouvelles technologies nous ont permis d'affiner nos initiatives et de revoir nos objectifs. C'est le moment d'évaluer ce qui a été fait, d'étudier les conditions du succès et de décider quelques actions pour le futur.

Dans ce but, ICMI a lancé cette 16^{ième} Etude, pour examiner les mathématiques dynamisantes, à la fois dans la classe et au-delà, et est en train d'organiser une Conférence qui se déroulera à Trondheim, en Norvège, du 27 juin au 3 juillet 2006. Au cours de celle-ci un groupe invité, constitué de mathématiciens et d'enseignants en mathématiques venus du monde entier, analysera ce sujet en détail et produira un rapport.

Ce document propose des méthodes spécifiques et invite ceux qui peuvent contribuer à cette discussion, à soumettre un texte afin que le Comité International de Programme puisse sélectionner ceux qui sont concernés par cette Conférence.

Finalement, utilisant les contributions à cette Conférence, un livre (Study Volume) sera publié. Ce livre fera l'état des lieux en proposant des challenges mathématiques dans la classe et au delà et en suggérant des développements futurs pour la recherche et la pratique.

Les auteurs de ce document de discussion sont les membres du Comité International de Programme (IPC) pour cette Etude ICMI.

Le Comité comprend 13 personnes de différents pays ; la liste figure à la fin de ce document. La structure de ce Document de Discussion est la suivante. En partie 2 nous définissons et discutons les principaux termes utilisés dans ce document. En partie 3 nous examinons le contexte actuel, faisons une liste d'exemples pris dans la pratique courante, observons ce qui a changé ces dernières années et identifions des problèmes. En partie 4 nous posons un certain nombre de questions critiques qui orienteront les résultats de cette Etude. En partie 5 nous appelons à contributions et précisons le processus de cette Etude.

2. Description

(a) Challenge

Qu'est-ce qu'un challenge mathématique ? Bien que cela puisse être le thème d'une discussion pendant la Conférence elle-même, nous proposons quelques réflexions préliminaires qui serviront de base au débat.

Une réponse est de dire qu'il y a un challenge quand des gens se trouvent face à un problème dont la résolution n'est pas évidente et qui semble avoir une solution non standard. Ils vont donc devoir mettre en oeuvre toutes sortes de réflexions et d'analyses de situation qui pourront faire intervenir divers facteurs. Ceux qui sont face à des challenges doivent faire preuve d'initiative et répondre à des éventualités imprévues avec souplesse et imagination.

Remarquons que le mot « challenge » sous entend une relation entre une question ou une situation et un individu ou un groupe. Trouver les dimensions d'un rectangle dont le périmètre est connu et avec la plus grande aire possible n'est pas un challenge pour qui est familier avec les algorithmes du calcul, ou avec certaines inégalités. Mais c'est un challenge pour un étudiant qui se trouve devant cette question pour la première fois. Un challenge doit être calibré afin que ceux à qui il s'adresse soient d'abord désorientés mais aient les moyens de s'en sortir. L'analyse d'une situation de challenge ne doit pas être nécessairement difficile mais elle doit être intéressante et captivante.

Nous avons de bonnes raisons de penser que *the process of bringing structure to a challenge situation* peut conduire quelqu'un à développer des solutions nouvelles et plus puissantes. Face à un challenge, on peut réussir ou échouer mais le fait de s'attaquer à une difficulté peut induire une meilleure compréhension. Les challenges mathématiques peuvent fournir des expériences de découvertes indépendantes au travers desquelles on peut acquérir une plus grande perspicacité et la conscience de ses propres capacités.

Ainsi, enseigner en posant des challenges peut faire accroître le niveau de compréhension des étudiants et leur intérêt pour les mathématiques.

Nous devons préciser qu'il existe parfois plusieurs termes pour décrire des choses similaires mais qui, en réalité, ont presque le même sens. Ainsi « *challenge* », « *problem solving* » et « *enrichment* ». Nous avons discuté ci-dessus du terme « challenge ». La résolution de problèmes semblerait se référer à la méthodologie, mais elle est souvent associée à une situation de challenge. On parle plutôt de *enrichment* lorsqu'on étend une expérience mathématique au-delà du programme. Il arrive parfois que cela se produise dans un challenge mais ce n'est pas toujours le cas.

(b) Comment proposons-nous des challenges?

Les mathématiques peuvent fournir des challenges aux étudiants à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de la classe. Apprendre se fait dans toutes sortes de contextes. Les cercles mathématiques, les clubs, les concours, les expositions, le matériel de jeux mathématiques, ou de simples conversations avec leurs pairs sont des occasions pour les étudiants de se trouver face à des situations de challenge mathématique. Il est de notre responsabilité de proposer ces situations aux étudiants, afin qu'ils se trouvent devant des challenges à la fois dans la classe et au-delà.

Ici le rôle du professeur est essentiel. C'est au professeur que revient la tâche difficile de conserver vivantes à l'intérieur de sa classe la spontanéité et la créativité que les étudiants peuvent manifester au dehors.

Nous remarquons que bien des professeurs ne choisissent pas eux-mêmes leurs problèmes pour leurs leçons, mais suivent seulement ce qui est proposé dans leur livre. Dans ce contexte, le rôle de bons livres, de cours ou de problèmes, est très important. Pour offrir des challenges il est nécessaire non seulement d'inclure des problèmes de ce type mais aussi, ce qui est souvent plus efficace, des séries de problèmes qui vont conduire l'étudiant depuis des exemples et exercices simples et basiques, jusqu'à d'autres plus complexes. En sélectionnant avec soin les problèmes et en structurant l'organisation des livres de cours, les auteurs peuvent aider grandement les professeurs à installer des challenges. Avec un bon livre, il peut arriver qu'un étudiant se découvre de l'intérêt pour un sujet même sans l'aide d'un professeur.

De la même façon le soutien de l'environnement est très important. Les enfants sont le fruit de tout leur environnement social, ils ont besoin de l'aide des adultes qui les entourent pour acquérir le sens des mathématiques et les comprendre. De plus, en aidant la nouvelle génération, la prise en compte des mathématiques par le citoyen, lui offrira de nouvelles opportunités pour accroître sa culture personnelle *et le bien public*.

Il est important pour nous d'offrir des situations de challenge à des étudiants dont les motivations, les connaissances et les capacités sont de niveaux différents. Les étudiants très motivés ont besoin de ces challenges afin qu'ils ne se détournent pas des mathématiques au profit de recherches qu'ils jugeraient plus attractives. Mais aussi, les challenges mathématiques peuvent permettre d'attirer ceux qui viennent à l'école avec moins de motivation ; de tels étudiants apprennent plus avec des méthodes de type challenge qu'ils n'apprendraient de l'enseignement magistral des algorithmes ou de méthodes routinières.

Il est particulièrement important, quoique difficile, de proposer des challenges aux étudiants qui luttent pour comprendre les mathématiques. Il est souvent plus simple pour ces étudiants qui ont des difficultés d'apprentissage, de se contenter d'acquérir des compétences ou une certaine maîtrise vis-à-vis des algorithmes mathématiques sans essayer d'approfondir. Cependant certains praticiens trouvent que, même l'apprentissage de savoir-faire routiniers, se trouve amélioré lorsqu'il se situe dans un environnement de challenge.

Particulièrement intéressantes sont les situations de challenge qui peuvent être utilisées avec tous les étudiants, quelles que soient leurs connaissances de base ou leur degré de motivation.

Le processus qui consiste à proposer des situations de challenge aux étudiants est, en soi, un challenge pour les enseignants. Certains sont de nature mathématique : les professeurs doivent avoir une connaissance large et profonde des mathématiques qu'ils enseignent afin d'aider les étudiants qui travaillent sur des sujets non standards. Les autres challenges pour les professeurs sont d'ordre pédagogique : en élargissant le champ des expériences qu'ont les étudiants, les professeurs doivent aussi développer leur connaissance de ce que sont des élèves en train d'apprendre et leur capacité à interpréter ce qu'ils disent. Il est de la responsabilité de la communauté pour l'enseignement des mathématiques d'aider les professeurs afin qu'ils améliorent leurs compétences dans ces domaines.

(c) *Où trouve-t-on des challenges ?*

Les situations de challenge offrent une opportunité pour faire des mathématiques et pour penser mathématique. Certaines ressemblent aux activités des mathématiciens professionnels. Parmi elles :

- Résolution de problèmes « exotiques »
- Recherche d'énoncés de problèmes
- Travail sur des problèmes sans nécessité d'aboutir à une solution complète
- Recherches personnelles
- Recherches en équipes
- Projets
- Recherches historiques
- Organisation par classe entière de discussions pour trouver des voies menant à la résolution d'un problème, un puzzle ou un *sophisme*.

D'autres challenges ressemblent moins aux mathématiques formelles. Ils attirent par des chemins détournés, conduisant aux mathématiques à partir d'autres contextes. Parmi eux :

- Jeux
- Puzzles
- Modélisation
- Manipulation de « bricolage »

Encore d'autres challenges liés aux mathématiques mais en relation avec d'autres disciplines. En voici quelques exemples :

- Mathématiques et autres sciences
- Mathématiques et lettres
- Mathématiques et arts
- Problèmes concrets

Des challenges peuvent être découverts en un grand nombre de lieux et de vecteurs. Parmi lesquels :

- La classe
- Les compétitions
- Les clubs, cercles, maisons des mathématiques
- Des études indépendantes
- Des conférences
- Des livres
- Des journaux
- Des magazines
- Des sites web
- Des musées scientifiques
- Des expositions
- Des festivals, telles les journées mathématiques
- Des camps mathématiques

3. Le contexte actuel

(a) Des pratiques et des exemples

Actuellement il y a de nombreuses façons pour les étudiants d'être confrontés à des challenges. Ces challenges ont lieu avec et en dehors de l'école et concernent aussi bien les étudiants que le grand public. Ils peuvent aussi être classifiés en plusieurs catégories telles que compétitions, résolutions de problèmes, expositions, publications et tout ce qu'on peut, d'une façon générale, appeler « assemblées de mathématiques ». Ci-dessous nous parlerons de quelques cas particuliers d'organisation de challenge. Et pour illustrer cela nous avons pris des exemples qui sont familiers aux membres du Comité International de Programme.

COMPÉTITIONS

Compétitions exclusives et inclusives

Il existe des compétitions bien connues telles que *Les Olympiades des Mathématiques (IMO)* et *Le Kangourou des Mathématiques*. La première engage de petits groupes d'étudiants de plusieurs pays (exemple de compétition exclusive) alors que la suivante concerne des milliers d'étudiants en France et en Europe (compétition inclusive). Des détails sur ces compétitions et sur beaucoup d'autres pourront être trouvés sur leurs sites web mais aussi dans le journal de la World Federation of National Competition : *Mathematics Competitions*.

Le mot « compétition » peut au premier abord évoquer une image de rivalité entre des étudiants avec des « gagnants » et des « perdants ». Cela est peut-être le cas dans certaines situations mais il n'en va pas toujours ainsi. Même pour IMO, où les médailles et le prestige sont un enjeu, il y a plus de coopération que de rivalité une fois quittée la salle de compétition. Dans toutes les compétitions malgré tout, les étudiants travaillent beaucoup plus « contre le problème » que « contre les autres » et, dans de nombreux cas, achever le problème est le but principal, beaucoup plus que d'être « vainqueur ». Il existe aussi des compétitions où les étudiants doivent composer des questions pour d'autres qui devront les résoudre plutôt que d'avoir des questions imposées par les organisateurs de la compétition. Ci-dessous nous donnons les exemples de deux compétitions qui, d'une certaine façon, diffèrent de la compétition traditionnelle où les étudiants sont essentiellement soumis à un examen.

Une compétition exclusive de style inter-actif

La compétition *Euromath* est une coupe européenne de mathématique. Chaque équipe est composée de 7 personnes : étudiants de l'école primaire à l'université et un adulte. Les six meilleures équipes sont choisies pour participer à la finale grâce à leurs performances sur des jeux de logique. En finale, ces équipes devront travailler face à des spectateurs. Pour gagner, une équipe a besoin de rapidité, de bonnes connaissances mathématiques mais la chose la plus importante est « l'esprit d'équipe ».

Un autre modèle de compétition inclusive

KappAbel est une compétition nordique pour les élèves de 14 ans, à laquelle participent les classes entières, en tant que groupes. Les deux premières étapes sont faites de problèmes distribués par Internet et pris en charge par le professeur. Pendant un temps limite de 90 minutes, la classe débat à propos de ces problèmes et décide de la réponse pour chacun d'eux.

La troisième étape est divisée en deux parties : un projet de classe sur un thème imposé (qui se termine par un rapport, une présentation et une exposition) et une session de résolution de problèmes conçue comme un relais où deux filles et deux garçons représentent la classe. Les thèmes récents ont été : Math et artisanat traditionnel local (2000), Jeux mathématiques (2001), Math et sport (2002), Math et technologie (2003), Math et musique (2004). Les trois meilleures équipes à l'issue des trois étapes se rencontrent le jour suivant dans une finale qui consiste en une session de problèmes ; cette finale se déroule en présence des équipes qui n'ont pas été qualifiées.

Références

Le site web de IMO : olympiads.win.tue.nl/imo/

Le site web du Kangourou : www.mathkang.org/

Les compétitions mathématiques via le site de WFNMC : www.amt.edu.au/wfnmc.html

UTILISATION DE CHALLENGES DANS LA CLASSE

Résolution de problème

Les mots « résolution de problème » ont été utilisés pour désigner une grande variété d'expériences mais, par ces mots, nous entendons ici des questions fermées que les étudiants ne sont pas capables de résoudre immédiatement. En conséquence, ils ont besoin d'appliquer des connaissances mathématiques adaptées, mais aussi leur ingéniosité, leur intuition et tout une série de savoir-faire « métacognitifs » afin d'obtenir une réponse.

La résolution de problème est souvent utilisée en classe comme un exercice un peu à part et qui peut être ou non en relation avec le programme ordinaire de mathématique. Cela peut être vu comme du « remplissage » qui fait plaisir à beaucoup d'étudiants mais qui n'est pas toujours considéré comme central dans l'activité mathématique de la classe .

Les recherches et les projets peuvent être des extensions d'exercices de ce type dans lesquels les étudiants ont détecté des questions trop difficiles pour être résolues dans la limite d'une période de classe. Fréquemment cela nécessitera un rapport écrit.

Les professeurs qui utilisent des problèmes pour développer le raisonnement, la connaissance et la compréhension des éléments du programme peuvent être considérés comme adoptant une approche du sujet par résolution de problème. Cette approche peut refléter la nature créative des mathématiques et faire sentir aux étudiants ce que sont les méthodes empruntées par les mathématiciens chercheurs.

Des exemples à la fois de leçons avec résolution de problème et de leçons qui adoptent une approche par résolution de problème peuvent être trouvés sur le site www.nzmaths.co.nz .

Challenge dans l'éducation traditionnelle : un exemple

Une méthode traditionnelle dans l'école primaire au Japon est de résoudre un problème au travers d'une discussion en classe entière. Avec un professeur compétent, les enfants peuvent apprendre plus que ce qui est attendu par le programme. Par exemple, supposons que soit posé le problème de la division de $4/5$ par $2/3$. Un élève remarque que 6 est le plus petit commun multiple de 2 et 3, et écrit :

$$\begin{aligned}(4/5) / (2/3) &= (4 \times (6/2)) / (5 \times (6/3)) \\ &= (4 \times 3) / (5 \times 2) \\ &= 12/10\end{aligned}$$

Les enfants sont conduits à réaliser que cette méthode est équivalente à l'algorithme standard et peut être utilisée en choisissant d'autres fractions. Du point de vue du professeur, cette dynamique est imprévisible, ce qui nécessite chez lui de l'assurance, de la compétence et une profonde compréhension des mathématiques afin de maîtriser ce genre de situation. Mais lorsque cette approche est réussie, les enfants ont approfondi leur expérience mathématique.

EXPOSITIONS

Les expositions, c'est-à-dire des rassemblements de matériels dans le but d'être vus et utilisés par les gens, sont de plus en plus fréquentes. La plupart du temps cela se passe en dehors de la classe et c'est destiné au grand public aussi bien qu'aux étudiants. De plus elles peuvent être installées dans des lieux très divers : écoles, musées, centres commerciaux ou en plein air.

En voici quelques exemples.

Dans un centre scientifique, l'idée est de présenter les phénomènes scientifiques d'une manière interactive. Cela signifie que les visiteurs vont être placés devant un challenge : réaliser une véritable expérimentation et essayer de comprendre. Certains centres scientifiques proposent des expériences mathématiques mais il en existe aussi qui sont entièrement réservés aux mathématiques ; par exemple le Mathematikum en Allemagne ou le Giardino di Archimede en Italie. Ces centres permanents, qu'il vaut mieux visiter avec un guide, attirent des dizaines et des centaines de milliers de visiteurs par an.

Il y a aussi des expositions annuelles, dont le contenu varie chaque année. Un exemple d'une telle manifestation, qui attire des dizaines de milliers de visiteurs par jour est Le Salon des Jeux et de la Culture Mathématiques à Paris. Il existe de plus des expositions occasionnelles telles que Why Mathematics ? soutenue conjointement par l'UNESCO et ICMI et présentée en 2004 au Congrès Européen des Mathématiques et à ICME 10 (International Congress on Mathematical Education).

Ces expositions peuvent avoir un thème particulier, ainsi celle de l'université de Modène et Reggio Emilia présentant des machines mathématiques. Ces machines sont des copies d'instruments historiques parmi lesquels des traceurs de courbes, des instruments pour dessiner la perspective et des outils de résolution de problèmes.

Les instruments destinés aux musées, laboratoires ou centres de mathématiques peuvent coûter très cher. Des kits, meilleur marché, sont parfois disponibles avec mode d'emploi pour un possible usage en classe.

Références

Mathematikum www.mathematikum.de

Giardino di Archimede www.math.unifi.it/archimede/.

Le Salon des Jeux et de la Culture Mathématiques www.cijm.org

Machine mathématiques www.mmlab.unimo.it

PUBLICATIONS, Y COMPRIS INTERNET

On entend ici par publications, les livres, les revues, les sites web, les CDrom, les jeux et software. Ils sont généralement accessibles à un large public.

Les revues scolaires de mathématiques

Il y a, à travers le monde, de très nombreux exemples de ces revues destinées à stimuler l'intérêt des étudiants pour les mathématiques. On y trouve des articles historiques, des articles qui exposent des résultats de la recherche actuelle tels que le théorème des quatre couleurs ou le dernier théorème de Fermat, des rubriques réservées aux problèmes où sont posés des problèmes inédits, où des problèmes des Olympiades sont discutés et où les étudiants peuvent soumettre leurs propres solutions.

Quelques exemples de telles revues dans les Pays de l'Est où la tradition est très ancienne : Kömal (Hongrie) et Kyant (Russie). A l'Ouest des exemples éminents : Crux Mathematicorum (Canada), Mathematics Magazine et Mathématics Spectrum (UK).

Livres

Il existe de nombreuses publications qui enrichissent et dynamisent l'intérêt des étudiants pour les mathématiques. En langue anglaise, la Mathematical Association of America dispose d'un épais catalogue et l'Australian Mathematics Trust a un nombre important de publications. La Russie dispose aussi de très riches ressources, traditionnellement publiées par Mir. En langue française le Kangourou et d'autres éditeurs ont un prodigieux catalogue, de même que Chiu Chang Mathematics Education en langue chinoise. On ne parle ici que des langues les plus répandues, il est sans doute impossible de faire une liste exhaustive dans cette Etude. Nous supposons qu'il sera déjà assez difficile d'identifier les principaux éditeurs.

Internet

Il existe de nombreux exemples grâce auxquels les gens peuvent se joindre à une classe par internet. La « e-classroom » conduite par Noriko Arai est une classe virtuelle à laquelle toute personne intéressée par les mathématiques peut se joindre après inscription. La classe est conduite et supervisée par

quelques mathématiciens appelés modérateurs. D'habitude, l'un d'eux pose un problème tel que « caractériser une fraction décimale ». Alors, les discussions commencent. Un étudiant propose une simple idée pour résoudre ce problème, une réponse partielle ou une question, et les autres étudiants donnent leurs commentaires ou améliorent l'idée précédente. Les modérateurs encouragent ces discussions, donnant des indications si nécessaire. En général, les discussions se terminent quand la réponse est complète. Parfois un nouveau problème se pose à partir de ces discussions. Sinon, un autre problème sera posé par le modérateur. N.Arai a développé un software qui permet aux seuls les étudiants de la classe d'avoir accès aux discussions. Dans ce système, un enfant timide ou une personne âgée qui n'est pas très forte en mathématiques peuvent se trouver à l'aise en se joignant aux discussions.

LES « ASSEMBLEES DE MATHEMATIQUES »

Ces activités sont destinées à des groupes de personnes qui se rassemblent en un même lieu pour recevoir l'enseignement d'un ou plusieurs spécialistes. Nous pensons par exemple aux clubs de mathématiques, écoles d'été, master classes, camps de mathématiques, festivals de mathématiques et autres. Cinq exemples vont être donnés ci-dessous ; ils se rapportent à des journées mathématiques, des classes de recherche et des classes d'application.

Journées d'école de mathématiques

On peut trouver à travers le monde de nombreux exemples de journées mathématiques au cours desquelles se retrouvent des équipes d'étudiants venus de différentes écoles d'une région. Toute la journée, ils participeront à des activités individuelles ou par équipes dans une atmosphère agréable ; éventuellement il pourra y avoir des exposés et conférences.

Clubs de mathématiques

Dans le monde entier, on trouve des clubs (connus parfois sous le nom de cercles) de mathématiques, constitués d'étudiants qui se réunissent à intervalles réguliers dans leur ville pour résoudre de nouveaux problèmes. Souvent ces clubs ont une compétition par correspondance comme temps fort de leur activité, ainsi Le Tournoi des Villes (International Mathematics Tournament of Towns). Ces clubs sont souvent coordonnés par des autorités locales, des étudiants chercheurs ou des professeurs qui font cela de leur propre initiative.

Les Maisons des Mathématiques

En Iran, une équipe de professeurs et l'université ont défini ce qui serait appelé maisons des mathématiques. Les maisons sont destinées fournir aux étudiants et aux enseignants, quelle que soit leur expérience dans le travail d'équipe, des occasions de s'engager dans une connaissance plus profonde des mathématiques à travers l'utilisation des technologies de l'information et des études indépendantes. Compétitions par équipe, par le net, utilisations concrètes des mathématiques, études sur l'histoire des mathématiques, recherche de liens entre les mathématiques et d'autres sujets tels que l'art ou la science, des conférences et exposés, des expositions, ateliers, camps d'été des festivals annuels, sont quelques unes des activités mathématiques hors norme qui sont organisées dans ces « maisons ». (voir : www.mathhouse.org)

Classes de recherche.

En Allemagne depuis de nombreuses années, le prix gagné par le vainqueur d'une compétition mathématique est une invitation au « Modellierungswoghe ». Là, des groupes de 8 étudiants avec 2 professeurs travaillent sur un problème d'application posé par l'industrie locale. Nombre d'entre eux sont des problèmes d'optimisation dont la solution requiert une modélisation, une analyse mathématique et la conception d'un programme sur ordinateur. (voir : zfm.mathematik.tu-darmstadt.de)

Un autre exemple : dans Math en Jeans chaque équipe de jeunes travaille en collaboration avec un chercheur d'université qui a posé un problème, de préférence en relation avec sa propre recherche, sur lequel les élèves travaillent pendant une longue période (souvent une année scolaire).

(b) Tendances

Il semble que, à quelques exceptions près, ces orientations soient globalement positives.

Par exemple, il y a beaucoup de nouvelles compétitions qui concernent un plus grand panel d'étudiants que les compétitions plus traditionnelles du style Olympiades, et des enfants plus jeunes qu'avant. De plus, ces récentes années, la résolution de problèmes a été ajoutée au programme officiel dans de nombreux pays. Pourtant, faute d'une formation professionnelle pour les enseignants, elle s'installe difficilement dans l'enseignement délivré aujourd'hui. De la même façon, il apparaît que le nombre des expositions mathématiques augmente. Depuis quelque temps des expositions mathématiques apparaissent dans des centres de sciences, alors que maintenant on peut voir des expositions qui ne concernent que les mathématiques. Et au lieu d'être installées dans des lieux de style musées, ces expositions peuvent être itinérantes et prendre place dans des lieux imprévus tels que des galeries commerciales, le métro ou en plein air.

De même, en ce qui concerne les publications, il semble qu'il y ait une recrudescence des livres et des films de nature mathématique à l'adresse du grand public. Certains, comme « Fermat's Last Theorem » et « A Beautiful Mind », ont reçu un grand succès. En ce qui concerne les livres, il y a souvent une grande différence entre les classiques livres de problèmes et ces livres qui débattent de sujets mathématiques et qui sont destinés à la lecture plus qu'à devenir un sujet de travail. Ces livres parfois tentent de mener vers des mathématiques difficiles mais ils le font en donnant des impressions générales plus qu'en allant des les détails.

Récemment, le Centre de formation continue de Moscou a publié une série de livres « La bibliothèque de l'éducation mathématique ». Ce sont des petits livres (20 à 30 pages) écrits par des mathématiciens professionnels à l'adresse des étudiants intéressés dans les lycées. Ils renferment de l'histoire, des explications simples des différents domaines des mathématiques et des problèmes de type challenge. La petite taille de ces manuels, de belles illustrations et un style populaire d'écriture attirent un grand nombre de lecteurs. Il apparaît que les journaux et magazines véhiculent actuellement plus de mathématiques, à la fois par des histoires à propos des mathématiques contemporaines et par des problèmes ou puzzles.

Les mathématiques sont présentes sur de nombreux sites internet. Les offres de ces sites vont depuis les discussions sur des sujets spécifiques jusqu'à l'histoire des mathématiques, à la formation professionnelles des maîtres, aux jeux (y compris des sites qui proclament -----), aux sites de secours auxquels vous pouvez demander de l'aide. Il y a même des sites nombreux et variés qui tous aident à rendre les mathématiques plus accessibles sinon populaires.

(c) Les problèmes identifiés

Les difficultés produites par cet environnement sont de deux ordres : le développement et les applications. Dans le premier domaine, pour la plupart des nouvelles initiatives, le succès repose sur un petit nombre de personnes. Cela les rend fragiles. Il apparaît souvent plus facile de trouver de l'argent pour démarrer de nouveaux projets que pour les pérenniser.

Par applications, nous entendons les applications dans l'école. Il n'est pas certain que la plupart des nouveaux matériels disponibles soient utilisés avec succès par un grand nombre de professeurs dans les classes courantes. Et cela pour des raisons variées. Premièrement, les professeurs sont souvent harcelés par des contraintes de temps parce qu'ils ont plus de sujets au programme, surtout des sujets nouveaux et compliqués étrangers aux mathématiques. Ces sujets réduisent le temps consacré aux mathématiques.

Deuxièmement, en particulier à la fin des études secondaires, le fort enjeu des examens contraint les professeurs à « bachotter » plus qu'à développer une pensée mathématique. Et troisièmement, les enseignants peuvent manquer de confiance en eux pour utiliser des méthodes nouvelles qui n'ont pas fait partie de leur formation initiale. Ils peuvent être aussi mal à l'aise avec la pédagogie plus ouverte requise dans les situations de challenge qui est, par nature, moins structurée que la pédagogie traditionnelle.

4. Les questions soulevées

Un objectif de la conférence d'étude sera de fournir une image juste de ce sujet. Nous donnons ici quelques exemples de thèmes qui pourront être examinés dans le contexte de cette étude.

L'impact de l'apprentissage et de l'enseignement dans la classe :

- Comment les challenges contribuent-ils positivement au processus d'apprentissage ?
- Comment les challenges peuvent-ils être utilisés en classe ?
- Quelle est la part des challenges dans les programmes actuels ?
- Quelles nouvelles opportunités de challenges amélioreraient l'enseignement et l'apprentissage dans la classe normale ?
- Comment les enseignants peuvent-ils être tenus au courant de l'existence des différents types de challenges ?
- Comment peut-on être certains que ces challenges sont compatibles avec ce qu'il est demandé d'enseigner ?
- Comment peut-on gérer les contraintes d'emploi du temps ?
- Comment évaluer les challenges ?
- Comment évaluer les étudiants dans le cadre d'un challenge ?
- Comment l'efficacité de l'utilisation de challenges peut-elle être valorisée par le système des examens ?
- Quels types de challenges sont adaptés pour servir de remède et aider les élèves volontaires ?
- Comment préparer les maîtres à travailler avec des activités de type challenge dans la classe ?
- Comment préparer les maîtres à travailler avec des challenges qui existent en dehors de la classe ?
- De quelles connaissances préalables les étudiants ont-ils besoin pour travailler sur des challenges et comment cela peut-il être introduit dans la classe ? Cette question inclut la connaissance des notations et des conventions mathématiques, la capacité de raisonner et d'établir des conclusions, la capacité d'observer et classer, et la compétence dans le domaine de la communication.

-
- Comment les activités extra scolaires comme les compétitions, les expositions, les clubs, et autres, peuvent-elles influencer les travaux faits en classe et l'apprentissage, de telle façon que tous les élèves de la classe s'en trouvent dynamisés et motivés ?
 - Comment les professeurs, les parents et les étudiants peuvent-ils être informés que ces formes d'activités et de challenges vont renforcer leur apprentissage et la compréhension des concepts de base et améliorer leurs compétences en mathématiques ?
 - Est-ce que l'expérience dans le domaine des compétitions, expositions mathématiques, etc, peut-il faire partie de la formation du professeur et être inclus dans son service d'enseignement ? Et est-ce que cela aidera les professeurs à s'engager dans des activités extra scolaires ou à faire entrer de telles activités dans la pratique de classe ?
 - Comment peut-on rédiger les manuels scolaires de telle façon que les activités de type challenge y soient un état d'esprit et l'idée dominante, et non quelques parties fragmentaires ?
 - Comment les nouvelles technologies peuvent-elles être utilisées par les professeurs et les étudiants pour créer un environnement dynamique ?

Les activités extra scolaires

- Quel est l'effet produit sur les visiteurs des expositions, des festivals, etc, où ils ne font qu'une courte rencontre avec des challenges mathématiques ? Comment les parents, les professeurs, les étudiants et d'autres peuvent-ils être aidés pour approfondir les mathématiques au-delà de ces courtes expériences ?
- Comment peut-on rendre visibles les mathématiques qui, au quotidien, se cachent dans tous les dispositifs technologiques ; et comment les inclure dans un contexte qui soit accessible et mathématiquement motivant ?

Questions plus générales

- Comment les mathématiciens et la communauté des enseignants en mathématiques peuvent-ils être impliqués dans cette activité de challenge qui reste souvent hors de leurs intérêts de recherche ?
- Existe-t-il des domaines des mathématiques qui sont plus adaptés pour produire des situations et des problèmes de type challenge ?
- Comment les différents types de challenges, en particulier les compétitions, attirent-ils des groupes différents de personnes (des étudiants de haut niveau, garçon ou filles, avec des différences culturelles ...)

- Qu'est-ce qui peut être fait pour identifier, stimuler et encourager les étudiants talentueux ?

Recherche

- Quelle recherche a déjà été faite pour évaluer le rôle des challenges ?
- Que peut nous apprendre la recherche sur l'utilisation des challenges, quant à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques ?
- Sur quelles questions faut-il faire porter de nouvelles recherches ?

5. Appel à contributions

Les travaux de cette étude se dérouleront en deux parties. La première sera une conférence qui se tiendra à Trondheim, en Norvège, du 27 juin au 3 juillet 2006 ; ce sera une conférence de travail. Chaque participant devra avoir un rôle actif. La participation se fera sur invitation seulement, en fonction des contributions soumises. Il est prévu que les participants représentent une diversité d'expertise, expérience, nationalité et philosophie. Ils viendront largement du monde des mathématiques et de la communauté des enseignants en mathématiques. En espérant que cette conférence attirera non seulement ceux qui travaillent depuis longtemps dans ce domaine, mais aussi des nouveaux venus porteurs de « sang neuf » et d'idées nouvelles et prometteuses de progrès. Dans le passé les conférences des études ICMI ont réunis environ 80 personnes.

Par le présent appel, l'IPC (International Programme Committee) invite des personnes et des groupes à lui soumettre, afin qu'il les examine, des contributions sur des questions, des problèmes ou des communications spécifiques, relatifs au thème de cette Etude. Ceux qui souhaiteraient participer à cette conférence doivent préparer (a) un CV d'une page donnant leur situation actuelle, leurs coordonnées, ainsi qu'une liste des publications et activités, passées et actuelles, se rapportant au thème de l'Etude ; (b) un article de 6/10 pages concernant des questions soulevées dans ce document ou d'autres publications en relation avec le thème de l'Etude. Des propositions de recherche, en cours ou encore en projet, sont aussi bienvenues. Les sujets de recherche doivent être clairement posés et une esquisse de résultats –actuels ou attendus- doit être présentée, si possible en référence à des études préalables portant sur le même thème.

Ces documents doivent être envoyés au plus tard le 31 août 2005, aux deux co-présidents de l'Etude, soit par voie postale, par fax ou (de préférence) par e-mail. Tous ces documents seront examinés afin de définir le programme de la Conférence d'Etude et serviront à établir les invitations au plus tard le 31 janvier 2006. Toutes les propositions doivent être écrites en anglais, qui est la langue de la Conférence.

Les contributions des personnes invitées à la Conférence seront, au préalable, mises à disposition des autres participants, comme matériel de préparation. L'IPC décidera si un participant présente ou non oralement sa communication pendant la Conférence ; ce Comité pourra en effet décider d'une autre organisation pour rendre l'Etude plus efficace et productive.

Malheureusement, une invitation à la conférence n'implique pas une aide financière de la part des organisateurs et les participants devront financer eux-mêmes leur venue. Des fonds sont actuellement recherchés pour fournir une aide partielle aux participants en difficultés venant des pays pauvres, pour assister à la Conférence, mais le nombre de ces bourses sera limité.

La seconde tâche de cette Etude est une publication à paraître dans les « ICMI Study Series ». Ce Study Volume contiendra une sélection de contributions mais aussi sur des résultats obtenus pendant la conférence. La forme exacte de ce livre n'a pas encore été arrêtée mais il est prévu d'en faire un ouvrage cohérent dont on espère qu'il fera référence dans le domaine pour quelque temps.

Comité International de Programme

Co-président : Edward J. Barbeau
University of Toronto, CANADA

Co-président : Peter J. Taylor
University of Canberra, AUSTRALIA

Président, Comité local d'organisation:
Ingvill M. Holden
Norwegian University of Science and Technology
Trondheim, NORWAY

Mariolina Bartolini Bussi
University of Modena and Reggio Emilia, ITALY

Albrecht Beutelspacher
Mathematisches Institut, Gießen, GERMANY

Patricia Fauring
Buenos Aires, ARGENTINA

Derek Holton
University of Otago, Dunedin, NEW ZEALAND

Martine Janvier
IREM, Le Mans, FRANCE

Vladimir Protasov
Moscow State University, RUSSIA

Ali Rejali
Isfahan University of Technology, IRAN

Mark E. Saul
National Science Foundation, Washington, USA

Kenji Ueno
Kyoto University, JAPAN

Bernard R. Hodgson, Secrétaire général d' ICMI
Université Laval, Québec, CANADA

Conseillers pour le Comité Exécutif d'ICMI

Maria Falk de Losada
University of Bogota, COLOMBIA

Petar Kenderov
Academy of Sciences, Sofia, BULGARIA

Renseignements

Les demandes de renseignements sur tous les aspects de l'Etude, les suggestions concernant le contenu de la Conférence d'Etude et les propositions de contributions devront être adressées aux deux co-présidents :

Prof. Edward J. Barbeau
Department of Mathematics
University of Toronto
Toronto M5S 3G3
CANADA
Tel: +1 416 653 1961
Fax: +1 416 978 4107
E-mail: barbeau@math.toronto.edu

Prof. Peter J. Taylor
Australian Mathematics Trust
University of Canberra ACT 2601
AUSTRALIA
Tel: +61 2 6201 2440
Fax: +61 2 6201 5096
E-mail: pjt@olympiad.org

The official website for the Study is

<http://www.amt.edu.au/icmis16.html>