REGARDS SUR LES ÉTUDES DE LA CIEM

Autor(en): **HODGSON, Bernard R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

Band (Jahr): **37 (1991)**

Heft 1-2: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-58733

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

L'Enseignement Mathématique, t. 37 (1991), p. 89-107

REGARDS SUR LES ÉTUDES DE LA CIEM [1])

par Bernard R. HODGSON

1. INTRODUCTION

La CIEM [2]) a entamé en 1985 une série d'Etudes portant sur des questions d'intérêt mondial en enseignement des mathématiques susceptibles d'être examinées fructueusement dans le cadre d'une approche internationale. Le but de ces Etudes n'est pas de fournir des solutions portant le «sceau de garantie-CIEM», pour reprendre les mots mêmes du président de la CIEM (voir [Ka83] ou [Ka86]), mais bien de faire le point sur un thème donné de façon à animer la réflexion et à susciter de nouvelles initiatives tant au plan national que régional ou institutionnel.

La mise en place d'un programme pour un premier groupe d'Etudes a été réalisée par le Comité exécutif qui, ayant pour président et secrétaire Jean-Pierre Kahane et A. Geoffrey Howson, a assumé la direction de la CIEM à compter de 1983 (voir [Ka90]). Les objectifs ainsi que le mode de fonctionnement de ces Etudes sont clairement énoncés dans un rapport du secrétaire paru dès 1983 dans l'organe officiel de la CIEM, *L'Enseignement Mathématique* ([Ho83]): bâtie autour d'une rencontre internationale et axée sur la publication d'un volume visant à promouvoir discussion et action, chaque Etude doit faciliter l'identification des problèmes au cœur d'un domaine donné, faire l'état de la question tant en ce qui concerne les aspects théoriques que la recherche ou la pratique, et enfin fournir un cadre propice à la réflexion et à la prise de décisions. Le rapport [Ho83] contient également une description des quatre premières Etudes prévues.

A ce jour, ces quatre Etudes ont toutes été réalisées, de même qu'une cinquième, et les actes ont été publiés chez Cambridge University Press dans

---

[1]) Exposé présenté dans le cadre des sessions organisées par la CIEM lors du Congrès international des mathématiciens 1990 (Kyoto, Japon). Durant la préparation de ce travail, l'auteur a reçu le support du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada de même que du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada.

[2]) Commission internationale de l'enseignement mathématique (alias ICMI – International Commission on Mathematical Instruction); la CIEM est une commission de l'Union mathématique internationale.

la série «ICMI Study Series» éditée par J.-P. Kahane et A. G. Howson (voir [Etude j-a], j = 1 à 5). Les sujets abordés concernent les mathématiques et leur enseignement selon une variété de points de vue et à divers niveaux, comme l'attestent les titres de ces Etudes: 1. *L'influence des ordinateurs et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement;* 2. *Les mathématiques scolaires en 1990;* 3. *Les mathématiques comme discipline de service;* 4. *Les mathématiques et la recherche cognitive;* 5. *La vulgarisation des mathématiques.*

Le but du présent exposé est de faire un survol de ces Etudes afin de permettre au lecteur de les mieux connaître et de pouvoir juger de leur portée et de leur intérêt. Après avoir présenté le contexte ayant mené à la mise en place des Etudes de la CIEM, nous formulerons certains commentaires généraux sur le programme des Etudes. Nous ferons ensuite un examen sommaire du contenu même de chacune des cinq premières Etudes, après quoi nous conclurons en indiquant quelques projets d'Etudes futures.

C'est notre vœu le plus cher, en faisant rapport sur ces réalisations importantes que sont les Etudes de la CIEM, d'inciter un plus grand nombre de personnes, et en particulier un plus grand nombre de mathématiciens, à s'intéresser avec sérieux à l'enseignement des mathématiques. Tous doivent prendre conscience que plusieurs des problèmes concernant l'enseignement ou l'apprentissage des mathématiques sont difficiles et que c'est partie intégrante de la responsabilité professionnelle de tout mathématicien que d'aider à la recherche de solutions à ces problèmes. A cet égard, les ouvrages dont il sera question ici représentent un apport précieux, tant par la diversité des thèmes couverts que par les questions fondamentales qu'ils soulèvent, et ils méritent d'être mieux connus. L'histoire de la CIEM, dont nous allons maintenant dire quelques mots, abonde en exemples de mathématiciens, parmi les plus éminents, ayant consacré une partie importante de leur temps et de leur énergie à l'amélioration de l'enseignement sous toutes ses facettes. Puissent de nombreux autres mathématiciens être entraînés à suivre leurs traces!

2. Les Etudes en regard d'autres actions de la CIEM

Avant d'aborder les Etudes elles-mêmes, il est utile de les situer par rapport à d'autres activités de la CIEM de même qu'à certaines activités de l'Unesco. Indiquons tout d'abord quelques jalons historiques à propos de la CIEM (on consultera l'exposé [Ho84] pour plus de détails sur les origines, réalisations et objectifs de la CIEM).

Créée en 1908 lors du Congrès international des mathématiciens de Rome, la CIEM a dès ses premières années manifesté son activité principalement par le biais de rapports portant sur des aspects spécifiques de l'enseignement des mathématiques. Constitués essentiellement d'une réunion de rapports nationaux préparés par certains des pays membres de la Commission, de tels rapports, parfois fort volumineux, étaient peut-être plus remarquables par la variété de renseignements véhiculés que par l'analyse ou l'interprétation qui en étaient faites (voir à ce propos [Ho84, p. 79]). Après des périodes de latence provoquées par les deux Guerres mondiales, et malgré quelques actions posées durant l'entre-deux-guerres, ce n'est vraiment qu'en 1952 que la CIEM a repris ses activités, alors à titre de commission de l'Union mathématique internationale nouvellement créée. Là encore, les activités consistaient principalement en rapports généraux, habituellement présentés dans le cadre des Congrès internationaux des mathématiciens. Un exemple typique de tels rapports est celui présenté en 1966 par A. Z. Krygowska ([Kr66]) lors du congrès de Moscou et établi à partir de questionnaires adressés aux sous-commissions nationales de la CIEM. Dans l'introduction de son texte, toutefois, le rapporteur souligne que seulement neuf rapports nationaux lui avaient été soumis, certains même étant simplement une collection d'articles indépendants.

C'est à peu près à cette époque que le principe même de rapports généraux devint l'objet de critiques, principalement sous l'influence d'une personne qui devait jouer un rôle-clé dans la vie de la CIEM, Hans Freudenthal. On reprochait aux rapports de ne pas favoriser l'étude en profondeur des questions reliées à l'enseignement et de s'appuyer sur des rapports nationaux «généralement inutilisables» ([De67, p. 245]). Freudenthal mit de l'avant une série de mesures qui menèrent à la tenue de congrès propres à la CIEM (les Congrès internationaux sur l'enseignement des mathématiques – ICME, selon le sigle anglais), à la création d'une nouvelle revue consacrée à l'enseignement des mathématiques *(Educational Studies in Mathematics),* et plus généralement à un contexte dans lequel l'accent était mis davantage sur les apports individuels plutôt que sur ceux des sous-commissions nationales de la CIEM. Conjuguée au désir de «renoncer aux exposés sur les programmes et les organisations scolaires lors des colloques et des congrès de la CIEM» ([De67, p. 245]) et de s'intéresser plutôt aux aspects psychologiques et didactiques, cette évolution préparait ainsi le terrain pour un contexte de discussions «ouvertes» auxquelles tous pourraient apporter leur contribution individuelle et portant sur des aspects variés de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques: on retrouve là certaines des caractéristiques qui font la richesse et la spécificité des Etudes.

Avant de clore ces quelques commentaires historiques, il est utile de rappeler brièvement certains des liens qui unissent la CIEM à l'Unesco. La collaboration entre ces deux organismes en est une de longue date et elle a revêtu plusieurs formes au fil des ans (voir à ce sujet [Ch78] ainsi que l'introduction des Volumes III et IV de [Unesco1]):

— publication de la collection *Tendances nouvelles de l'enseignement des mathématiques* ([Unesco1]), la CIEM assurant habituellement l'entière responsabilité de la réalisation d'un volume conformément à un plan établi en collaboration avec l'Unesco;

— identification de sujets spécifiques en vue de rapports critiques; par exemple, le rapport [Fr78] est issu d'une recommandation faite par un comité mis en place conjointement par la CIEM et l'Unesco;

— plus récemment, publication de documents dans la collection *Science and Technology Education,* les trois premières parutions mathématiques de cette collection (voir [Unesco2]) étant le fruit d'activités s'étant déroulées lors des congrès ICME-5 et ICME-6.

Certaines de ces publications résultent d'un processus de rédaction et d'interactions extrêmement élaboré; c'est le cas par exemple du Volume IV de *Tendances nouvelles,* dont une première version fut l'objet d'un examen critique à l'occasion du congrès ICME-3 en 1976, suivi d'une réécriture en profondeur ([Ch78] fournit plus de détails sur le processus en cause). La lourdeur inhérente à une telle façon de faire explique en partie le désir de se consacrer à ce que le secrétaire de la CIEM de l'époque appela des «tâches plus modestes» ([Ch78, p. 8]). On opta donc pour des réflexions axées sur un seul sujet, et non plus sur l'identification de «tendances» (pour reprendre les mots de la préface — anglaise — du Volume 1 de [Unesco3], «obviously trends do not change all that frequently»). C'est dans ce contexte que d'une part l'Unesco créa sa collection *Etudes sur l'enseignement des mathématiques* ([Unesco3] — voir le compte rendu [Be86]) et que de son côté la CIEM mit en place ses propres Etudes qui font l'objet du présent exposé. Il faut dire cependant qu'il s'agit là de deux démarches essentiellement indépendantes l'une de l'autre et relevant de philosophies et de modes de fonctionnement différents.

3. Commentaires généraux sur les Etudes de la CIEM

Nous voulons maintenant considérer le programme d'Etudes de la CIEM de façon globale, indépendamment du contenu même de chacune des Etudes, afin d'en dégager tant certains points forts que d'autres qui gagneraient à être révisés.

Tout d'abord, quelques mots sur les rencontres internationales autour desquelles sont articulées les Etudes et qui en constituent indubitablement un des aspects les plus valables. Alors que deux des Etudes réalisées jusqu'ici (les Etudes 2 et 4) se voulaient plus restreintes dans leur mode de fonctionnement en faisant appel à un petit nombre de collaborateurs présélectionnés, les autres étaient au contraire essentiellement ouvertes à tous. Le modèle suivant, mis en place pour la première Etude, a été repris avec succès par la suite. Après la formation d'un Comité de programme par l'Exécutif de la Commission, un «document de discussion» est publié décrivant la problématique de l'Etude et dans lequel un appel est lancé à la préparation de textes traitant de l'un ou l'autre aspect du thème; puis se tient un symposium international permettant la discussion et la confrontation des idées (avec participation sur invitation seulement, fondée sur les contributions soumises); et enfin les actes paraissent, dans lesquels se retrouvent réunies une sélection de quelques-unes des contributions présentées dans le cadre du symposium de même qu'une synthèse rédigée par les éditeurs faisant le point sur la question. Ce sera bien sûr à l'impact de ces actes, qui représentent le produit final de tout le processus, que pourra être jaugée principalement la réussite de telle ou telle Etude. Mais auparavant le symposium aura été pour ses participants l'occasion d'une expérience professionnelle des plus exceptionnelles: la petitesse relative du groupe (habituellement moins de 70 participants), la durée de la rencontre (5 à 6 jours) et la densité du programme font d'un tel événement une occasion incomparable d'échanges et d'interactions (et ce d'autant plus que les participants auront eu l'occasion, comme lors de l'Etude 1, de prendre connaissance à l'avance de toutes les contributions acceptées). De façon particulière, la discussion est favorisée par la mise en place de groupes de travail: chaque participant doit en effet prendre part à l'un de ces groupes qui ont pour tâche l'élaboration des idées centrales devant servir de base à l'article de synthèse des éditeurs.

Dans le cas de l'Etude 5 sur la vulgarisation des mathématiques, le colloque international avait même été jumelé à une série d'événements destinés au grand public et permettant d'observer la vulgarisation en pleine action, pour ainsi dire. Il y eut par exemple un grand nombre de conférences mathématiques à

l'intention des jeunes de différents groupes d'âges, de même que la finale d'une compétition mathématique mettant en présence des équipes d'étudiants du secondaire venus présenter leur solution, élaborée au cours des mois précédents, à des problèmes traitant de codage, de pavage et d'évolution de populations. Mais surtout le symposium sur la vulgarisation fut l'occasion du lancement d'une exposition mathématique créée pour la circonstance même, le *Pop Maths Roadshow* (voir à ce propos la préface de [Etude 5-a], pp. ix-xi). Constituée d'une trentaine de kiosques couvrant plus de 2000 mètres carrés, cette exposition unique en son genre devait ensuite partir en tournée pendant plus d'un an dans quelque vingt villes du Royaume-Uni: on peut difficilement espérer meilleur exemple de vulgarisation.

Deux des Etudes réalisées à ce jour ont été l'occasion d'une étroite collaboration entre la CIEM et d'autres organismes scientifiques: l'Etude 3 a été effectuée conjointement avec la Commission de l'enseignement scientifique du Conseil international des unions scientifiques (ICSU-CTS), les participants au symposium international comprenant tant des mathématiciens que des scientifiques de diverses disciplines, tandis que l'Etude 4 répond à un modèle tout à fait spécial, ayant été confiée au Groupe international sur la psychologie de l'enseignement des mathématiques (PME), l'un des groupes affiliés à la CIEM.

Les Etudes de la CIEM, il faut toutefois le reconnaître, ne sont sans doute pas aussi connues dans l'ensemble qu'elles le devraient, et à cet égard il faut relever certaines difficultés reliées à l'aspect diffusion des Etudes. Il y a bien sûr la diffusion des actes eux-mêmes, publiés chez Cambridge University Press: est-ce que les canaux habituels de distribution de cette maison rejoignent une partie importante du groupe plutôt hétérogène des lecteurs potentiels de l'une ou l'autre des Etudes? (Le dernier rapport du président Kahane [Ka90] fait état de ventes plutôt décevantes.) Diffusion également de documents satellites parus dans le cadre de deux des Etudes: [Etude j-s], $j = 1,3$; ces ouvrages semblent plutôt méconnus, bien qu'on y retrouve une collection substantielle de textes de qualité qui mériteraient vraisemblablement un meilleur sort. Mais bien avant la diffusion de tels documents, c'est dès le démarrage d'une Etude donnée que se pose le problème de l'information: comment faire pour susciter des contributions nombreuses et variées sur le thème choisi? C'est le document de discussion qui doit jouer ici un rôle de déclencheur et du succès de sa diffusion dépend en bonne partie celui de l'Etude elle-même.

Une première méthode de distribution d'un document de discussion est *via* un canal habituel de la CIEM, les représentants nationaux qui, dans chacun des pays membres de la CIEM, ont pour tâche de disséminer l'information sur les activités en cours. Toutefois l'annonce d'une Etude ne pourra atteindre un

participant potentiel de cette façon que si son représentant l'a inscrit sur sa propre liste régulière de distribution du Bulletin de la CIEM, ou encore si son intérêt pour un sujet spécifique est connu de son représentant. On voit clairement que l'efficacité d'un tel canal peut souvent être problématique et varier considérablement d'un pays à l'autre. Une autre méthode de diffusion est par le truchement de l'organe officiel de la CIEM, *L'Enseignement Mathématique* (voir [Etude j-d], j = 1,3,5,6). Ce procédé, essentiel à tout le moins pour fins d'archives, ne pourra cependant rejoindre un participant potentiel que s'il est un lecteur régulier de la revue (et si les délais de parution du document de discussion sont raisonnables). A cet égard, le fait d'accompagner la publication d'un document dans *L'Enseignement Mathématique* de sa parution dans d'autres revues professionnelles apparaît comme une heureuse stratégie (voir [Etude j-d] pour quelques références de cette nature): il s'agit peut-être là de la manière la plus efficace pour rejoindre un vaste auditoire et il faudrait sans doute la généraliser encore davantage. D'autant plus que la diffusion peut alors se faire dans diverses langues (certains des documents de discussion ont ainsi été traduits dans une dizaine de langues).

Au chapitre des traductions, il faut encore signaler, outre un projet de parution en chinois d'extraits des trois premières Etudes, des traductions japonaises des Etudes 1 et 2. Par ailleurs, l'Etude 2 a également été traduite en espagnol ([Etude 2-e]) et des versions arabe et finnoise sont en chantier. Il convient enfin de souligner la tenue en Espagne de rencontres nationales sur les thèmes des Etudes 2 (voir [Etude 2-e']) et 5.

4. Les cinq Etudes de la CIEM

Il ne saurait être question ici de rendre compte de façon détaillée du contenu des cinq Etudes: tant la diversité des sujets abordés que l'abondance ou la richesse des points de vue qui y sont présentés l'interdisent. La suite de cet exposé cherchera donc à présenter sommairement le thème de chacune des Etudes, espérant ainsi inciter le lecteur à creuser davantage l'un ou l'autre des documents qui en sont issus, selon ses intérêts personnels.

Etude 1. *L'influence des ordinateurs et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement.* (Strasbourg, 1985)

Cette première des Etudes de la CIEM, sans doute la mieux connue, porte sur un thème d'une grande actualité. Son titre propose une double dichotomie: d'une part l'aspect outil (machines et logiciels) en regard d'un aspect plus spé-

culatif (l'informatique en tant que domaine auquel peuvent s'appliquer les mathématiques et en tant que source d'idées et de problèmes), et d'autre part les mathématiques comme telles en regard de leur enseignement. Trois questions principales, autour desquelles est articulé le rapport de l'Etude, viennent en expliciter le propos: — comment les ordinateurs et l'informatique influent-ils sur les notions et valeurs mathématiques et sur le développement de la science mathématique? — comment de nouveaux curricula peuvent-ils répondre aux besoins et tenir compte des nouvelles possibilités? — comment l'utilisation des ordinateurs peut-elle aider l'enseignement des mathématiques? Cette Etude s'intéresse à l'enseignement supérieur.

L'influence exercée par la révolution informatique du dernier quart de siècle sur les mathématiques en elles-mêmes est incontestable; il en résulte de nouveaux domaines de recherche, de nouveaux concepts, une notion de preuve renouvelée, de nouveaux paradigmes: approche expérimentale, aspect algorithmique, richesse de la visualisation, possibilités du calcul symbolique, etc. Dans le domaine de l'enseignement, toutefois, les choses apparaissent beaucoup moins nettement. Si on peut se réjouir du fait qu'une partie du contenu de l'Etude, qui à l'époque pouvait être considéré comme étant révolutionnaire, soit maintenant devenue monnaie courante (il faut se rappeler qu'en 1985 la micro-informatique était encore bien jeune), force est de constater cependant que la pénétration de l'ordinateur dans la classe est probablement moindre aujourd'hui qu'on ne le prévoyait alors. Plusieurs explications peuvent être avancées devant cet état de fait: complexité et coût des installations nécessaires; difficulté de modifier en substance les programmes existants; et surtout problèmes relevant de la préparation des maîtres.

Le rôle de l'enseignant se trouve en effet modifié de façon fondamentale dans une approche expérimentale où l'étudiant est appelé à interagir avec l'ordinateur: délaissant sa position traditionnelle d'autorité totale, l'enseignant doit plutôt devenir un guide, un conseiller. Une telle mutation exige de lui un cheminement important, non pas quant aux connaissances techniques reliées à l'utilisation de la machine (il s'agit là somme toute d'un aspect assez secondaire) mais bien en ce qui concerne sa perception du geste même d'enseigner. Et plus que jamais, l'enseignant doit avoir atteint un haut niveau de compétence mathématique, tant pour aider l'étudiant à découvrir les avenues qu'il apparaît prometteur d'explorer que pour savoir apprécier, et faire apprécier, ce que sont véritablement les mathématiques.

L'influence que peut exercer l'ordinateur sur l'enseignement a suscité des vues pessimistes: les élèves ne sauront plus calculer à la main, ils deviendront paresseux, ils seront davantage préoccupés par les aspects informatiques que

mathématiques, etc. Cela n'est pas sans rappeler l'apparition des calculatrices à l'école: ce n'est qu'avec le temps qu'on a pu discerner ce qui, dans les apprentissages des élèves, est vraiment essentiel de ce qui ne l'est pas, mathématiquement parlant. Le même cheminement doit aussi se produire pour l'enseignement supérieur, qui mettra davantage en lumière les tâches proprement «humaines» en mathématiques (compréhension des processus, appréciation de la validité des modèles) plutôt que l'exécution de calculs routiniers pouvant être confiés avantageusement à la machine. Pour reprendre l'image utilisée dans [Etude 1-a, p. 50], même lorsqu'un travail peut être accompli par simple pression d'un bouton, l'important est de savoir déterminer sur quel bouton appuyer.

L'Etude sur les ordinateurs a connu de nombreux échos dans la littérature: on peut par exemple signaler, outre [Ka86], les présentations qui en sont faites dans [Bi86], [Co86] et [La87] (le lecteur trouvera dans [Bi86] un compte rendu particulièrement riche du contenu et du déroulement du symposium de Strasbourg). Le thème de cette Etude occupe une place importante au cœur des réflexions actuelles en enseignement des mathématiques, comme l'attestent les nombreuses rencontres organisées dans son prolongement (citons par exemple [Am86], [Jo87], [Du90] ou [Dexx]). La CIEM et l'Unesco collaborent actuellement à une nouvelle édition des actes [Etude 1-a] à paraître dans la série [Unesco2].

ETUDE 2. *Les mathématiques scolaires en 1990.* (Koweit, 1986)

Les mathématiques ont ceci de distinctif que partout dans le monde, elles occupent une place centrale dans les programmes scolaires. Un constat initial de cette Etude est que l'enseignement des mathématiques aux niveaux primaire et secondaire se fait selon un modèle étonnamment uniforme d'un pays à l'autre: issus à l'origine d'un contexte historique et culturel fort particulier — essentiellement celui de l'Europe de l'Ouest de la période post-industrielle — les programmes de mathématiques ont habituellement été transposés plus ou moins sans nuance à divers systèmes éducatifs. Dans la mesure où l'enseignement des mathématiques, en plus de satisfaire à des exigences d'ordre professionnel ou spéculatif, est perçu comme devant répondre d'abord à des besoins utilitaires pour la vie de tous les jours (voir [D'A79]), une telle uniformité ne peut qu'apparaître étrange. Surtout si on prend en considération certaines différences sociologiques remarquables: ainsi l'Etude rapporte ([Etude 2-a, p. 19]) qu'alors que 95% des Japonais de 17 ans sont étudiants à temps plein, seulement 3% des Mexicains achèvent leurs études secondaires

— et pourtant, les programmes de mathématiques dans ces deux pays, année par année, sont très semblables. L'Etude prend donc position pour un enseignement des mathématiques tenant compte d'abord des besoins des gens dans leur propre société, non fermé à toute influence externe, mais avec néanmoins un esprit critique face aux emprunts à d'autres systèmes d'enseignement.

L'Etude insiste également sur la nécessité d'intégrer à la démarche mathématique les apports du développement technologique, reprenant ainsi pour les niveaux primaire et secondaire certaines des questions soulevées dans le cadre de l'Etude 1. La micro-informatique, en particulier, donne accès à des avenues comme jamais auparavant en enseignement des mathématiques. Cependant, constate l'Etude, le micro-ordinateur est arrivé en un certain sens un peu trop tôt, puisqu'il a détourné l'attention de la calculatrice; or de toute évidence le potentiel de cette dernière est encore nettement sous-exploité, quand elle n'est pas tout simplement bannie du contexte scolaire. L'Etude insiste donc sur un retour à la calculatrice, qui constitue maintenant l'outil «naturel» pour effectuer les opérations arithmétiques ([Etude 2-a, p. 66]). Ceci vaut *a fortiori* lorsqu'on fait intervenir des considérations financières: si le micro-ordinateur dernier cri n'est accessible qu'à une minorité, la distribution massive de calculatrices est par contre aisément envisageable.

Le rapport issu de cette Etude présente beaucoup d'uniformité dans sa facture, tout le texte ayant été rédigé par les deux éditeurs à partir des contributions de la quinzaine de participants au symposium tenu au Koweit. Le contenu est axé autour d'une série de questions-clé (par exemple: «Les mathématiques doivent-elles conserver leur place centrale dans les programmes scolaires pour tous?») à partir desquelles les auteurs identifient des choix de réponses possibles et en analysent les conséquences. Si un tel format est parfois un peu monotone, il a le grand mérite de faciliter la discussion (ce livre est par exemple fort utile dans le contexte de la formation des enseignants). Le rapport vise ainsi non pas à donner toutes les réponses aux questions soulevées, mais à stimuler la discussion et à fournir un cadre à l'intérieur duquel le débat peut se dérouler de façon cohérente, pays par pays. (On trouvera une présentation abrégée du contenu de l'Etude dans [Wi87].)

ETUDE 3. *Les mathématiques comme discipline de service.* (Udine, 1987)

L'emploi de méthodes quantitatives et de modèles mathématiques ne saurait être l'apanage du physicien ou de l'ingénieur, de plus en plus de disciplines requérant maintenant une formation mathématique avancée. Numériquement, l'enseignement à des clientèles de non-mathématiciens a pris des proportions

considérables. Ainsi une enquête récente (voir [Ho88]) a établi qu'environ 80% de toutes les inscriptions à des cours de mathématiques dans les universités canadiennes proviennent de l'extérieur des départements de mathématiques. Fait encore plus surprenant, même en ignorant les cours de calcul différentiel et intégral et de statistique, habituellement offerts à de très grands groupes, la proportion d'étudiants en provenance d'autres disciplines demeure d'environ 70%. (Selon les données de cette enquête, les inscriptions des non-mathématiciens dans les cours offerts par les départements de mathématiques se répartissent comme suit: 43% dans des cours de calcul, 15% dans des cours de statistique et 42% dans des cours autres.)

A côté de ces considérations quantitatives, qui viennent préciser l'apport de l'enseignement de service au gagne-pain des départements de mathématiques, l'Etude se concentre sur d'autres facettes de l'importance de cet enseignement au regard d'une conception générale de l'éducation mathématique. Importance sociale, car l'enseignement à des étudiants d'autres disciplines rejoint l'impact des mathématiques dans tous les aspects de la vie d'aujourd'hui. Importance intellectuelle également, car la formation d'utilisateurs de mathématiques, devant répondre à des besoins qui ne sont pas ceux de futurs mathématiciens, relève d'une problématique propre et correspond à des objectifs et même à des méthodes qui lui sont spécifiques.

La mise en place de cours de service en mathématiques soulève de nombreuses difficultés, tant en ce qui concerne les étudiants visés que les enseignants ou les départements de mathématiques eux-mêmes (voir [Mu88]). Ainsi les mathématiques pourront être perçues, par les étudiants des autres disciplines, comme un filtre visant à sélectionner les meilleurs d'entre eux dans leur programme académique, comme un sujet de moindre importance, voire un sujet qu'ils espéraient éviter à l'université. L'enseignant de mathématiques pourra voir dans les cours de service l'obligation de faire face à de vastes auditoires d'étudiants plus ou moins intéressés, de se soumettre à une évaluation externe, de couvrir des contenus de cours surchargés, axés sur la technique et détachés de son intérêt habituel en recherche, de gérer de grands groupes et, plus généralement, de consacrer ses énergies à des tâches suscitant peu de reconnaissance professionnelle. Pour les départements de mathématiques, enfin, l'enseignement de service signifiera la mise en place de support adéquat pour les grands groupes, la négociation avec les programmes clients, le développement de nouveaux domaines pour la création de cours — quand il ne s'agira pas de tout simplement chercher à conserver des cours déjà implantés.

Il est intéressant à cet égard de souligner une tendance qui semble se dessiner dans plusieurs universités: les départements de mathématiques

risquent de devoir faire face à une vive concurrence dans l'enseignement des mathématiques elles-mêmes! Ainsi, une enquête récente réalisée aux USA ([Ga90]) indique que dans les cours supérieurs de mathématiques, la majorité des inscriptions (54%) le sont dans des cours offerts par des départements autres que celui de mathématiques. Quel que soit le bien-fondé des raisons alléguées par les programmes clients pour expliquer cette situation (les mathématiciens ne connaissent pas les bonnes applications, ils voient les mathématiques strictement comme un art abstrait et non comme un outil, il leur faut trop de cours pour couvrir un sujet donné, etc.), cette enquête fait le constat que bien qu'il y ait accroissement de la clientèle globale des cours de mathématiques, c'est ailleurs que dans les départements de mathématiques que se reflète cet accroissement.

L'Etude de la CIEM sur l'enseignement des mathématiques à des non-mathématiciens arrive à point nommé, et on peut se réjouir que se déroulent dans sa lignée d'autres réflexions sur le même sujet (telle la conférence *Mathematical sciences: Servant to other disciplines* organisée aux USA en 1989 par le projet MS 2000 — «Mathematical Science in the Year 2000»). L'enseignement de service, soutient-on dans les actes [Etude 3-a], n'est ni un sous-enseignement, ni un enseignement de mathématiques appauvries ou subordonnées; il s'agit plutôt d'un enseignement qui requiert d'être bien ciblé à la lumière d'une intime collaboration entre mathématiciens, enseignants et utilisateurs. Ces actes se terminent par une prise de position endossée par tous les participants au symposium d'Udine et dans laquelle on peut lire: «All mathematicians must be aware that the future of mathematics as a science depends on the way they respond to these new needs coming from other disciplines and from society as a whole.» ([Etude 3-a, p. 90])

ETUDE 4. *Les mathématiques et la recherche cognitive.* (PME)

L'objectif de cette Etude est de présenter à un vaste auditoire une synthèse des travaux faits au cours de la dernière décennie par le Groupe international sur la psychologie de l'enseignement des mathématiques (PME). Créé en 1976 lors du congrès ICME-3, ce groupe affilié à la CIEM avait vu jusqu'ici les résultats de ses recherches diffusés principalement dans les actes de ses rencontres annuelles, parfois difficiles à trouver. Le document [Etude 4-a], réalisé sous l'entière responsabilité de PME, est donc tout à fait le bienvenu pour mieux faire connaître les réalisations de ce groupe. Le principe sous-jacent aux travaux de PME est que l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques font intervenir des aspects psychologiques qui leur sont propres; l'enseignant

et l'étudiant se présentent face aux mathématiques avec chacun leur façon de voir et l'enseignant sera en meilleure posture s'il sait comment sont les choses selon la perspective de l'étudiant. Force est de reconnaître que le mathématicien se sent souvent mal à l'aise devant un texte abordant l'apprentissage des mathématiques selon un tel point de vue psychologique; le rapport issu de cette Etude, sans être de lecture facile, peut sûrement contribuer à le rendre familier avec l'approche favorisée par PME et lui permettre ainsi de tirer profit des développements qui en résultent.

Bien avant la création de PME, des mathématiciens tels Poincaré, Hadamard et Pólya, pour ne citer que ces noms-là, se sont penchés sur les aspects psychologiques propres au raisonnement mathématique. A bien des égards, plusieurs des points de vue exprimés dans l'Etude rejoignent leurs préoccupations: l'apprentissage des mathématiques ne se ramène pas à l'acquisition d'habiletés calculatoires mais nécessite le développement de processus de la pensée; le savoir mathématique n'est pas «transmis» (l'enseignement n'obéit pas à un principe de vases communicants!) mais reconstruit par celui qui apprend par l'intermédiaire de situations didactiques appropriées; une telle reconstruction se heurte continuellement à des «obstacles cognitifs» qui doivent être surmontés. C'est cependant dans la méthodologie utilisée que les travaux de PME trouvent leur spécificité. Non satisfaits des «expressions d'opinions», si fondées soient-elles sur une connaissance profonde du sujet, les membres de PME favorisent les études empiriques, qui viennent ainsi jouer un rôle crucial dans la validation des théories. Leurs travaux porteront par exemple sur des aspects psychologiques inspirés par la réalité scolaire, les opinions des auteurs étant habituellement étayées à partir de données expérimentales.

Cette Etude se démarque des autres par la façon dont elle fut réalisée. Il n'y eut pas de document de discussion public appelant à des contributions: une fois le canevas du volume retenu, un certain nombre de collaborateurs furent désignés. Chaque chapitre, bien que sous la responsabilité principale d'un ou de deux auteurs, fut ainsi confié à une équipe de chercheurs de PME œuvrant sur le thème en question et une version préliminaire du texte fut critiquée lors d'une rencontre des principaux collaborateurs (voir la préface de [Etude 4-a]). Il en résulte un rapport plus unifié que dans le cas des autres Etudes. Son contenu (dont on trouvera une critique dans [So90]) porte tant sur des thèmes généraux (la nature de la connaissance mathématique; le langage et les mathématiques; la recherche en psychologie de l'enseignement mathématique) que sur des thèmes mathématiques reliés à divers groupes d'âge (arithmétique élémentaire; géométrie; algèbre; fonctions). C'est ici que peuvent être trouvées

les considérations théoriques et épistémologiques généralement absentes de l'Etude 2 et qui peuvent servir de toile de fond aux mathématiques scolaires.

ETUDE 5. *La vulgarisation des mathématiques.* (Leeds, 1989)

Indubitablement un besoin pressant de toute société moderne, la vulgarisation scientifique vise à répondre non seulement à des exigences culturelles ou même économiques, mais plus fondamentalement à des impératifs démocratiques: le citoyen éclairé se doit en effet de pouvoir apprécier à leur juste mérite certains enjeux de nature scientifique ou technologique qui sous-tendent de nombreux choix de société dans des domaines tels l'environnement, la santé ou les communications. Ce lien intime aux problèmes actuels de la société se manifeste de façon particulière dans le cas des mathématiques, qui fournissent des outils puissants de modélisation et constituent un véhicule privilégié de l'information.

S'il est vrai qu'en général la présentation de connaissances scientifiques à un vaste public ne va pas sans difficultés, les mathématiques semblent cependant constituer un cas d'espèce: connues de tous par le biais de l'enseignement scolaire, elles le sont habituellement de façon partielle, déformée, voire erronée. Par ailleurs la généralité des concepts mathématiques (plus encore que leur abstraction, soutient [Ka89]) les rend difficiles à expliquer et à saisir. L'Etude de la CIEM vise donc un double objectif: d'une part identifier les problèmes et possibilités propres à la vulgarisation des mathématiques et d'autre part se faire l'écho de certaines expériences particulièrement fructueuses.

Pour faire connaître et apprécier les mathématiques à un public-cible, il est primordial de savoir susciter et retenir son attention. Certains instruments peuvent alors jouer un rôle de déclencheurs en concrétisant sous une forme attrayante des propriétés qui ne pourraient autrement être appréhendées que par la seule considération de modèles mathématiques abstraits. Il peut être instructif à cet égard de rappeler un exemple remarquable d'un tel instrument, le kaléidoscope (voir [Gr90]). Dès son invention au début du siècle dernier, le kaléidoscope connut un immense succès populaire. L'écrivain André Gide a su rendre de façon admirable la fascination qu'exercèrent sur lui, alors qu'il était enfant, les effets géométriques produits par l'appareil: «Un autre jeu dont je raffolais, c'est cet instrument de merveilles qu'on appelle kaléidoscope (...) Le changement d'aspect des rosaces me plongeait dans un ravissement indicible (...) J'étais autant intrigué qu'ébloui, et bientôt voulus forcer l'appareil à me livrer son secret.» (*Si le grain ne meurt,* I,I) Un tel désir de comprendre les principes sur lesquels repose l'action d'un instrument, lorsque canalisé à bon

escient, peut être à l'origine d'une démarche des plus profitables vers l'élaboration et la maîtrise de modèles mathématiques pertinents et, plus généralement, vers une meilleure perception de ce que sont vraiment les mathématiques. Le cas particulier du kaléidoscope illustre éloquemment plusieurs des caractéristiques d'une «bonne» vulgarisation: aspect attractif, facilité d'expérimentation, variété de modèles, relation à des situations familières, robustesse des mathématiques sous-jacentes, etc.

Une des idées maîtresses ressortant de cette Etude, reprise dans l'article [Ka89a], est que la vulgarisation doit être vue comme faisant partie intégrante du travail du mathématicien, et ce dans l'intérêt du développement des mathématiques mêmes: «Pour faire de la vulgarisation, peut-on lire dans les actes [Etude 5-a, p. 10], il faut être capable de discerner ce qui est fondamental — c'est bien souvent décapant par rapport à la pratique courante de la recherche.» Le mathématicien doit ainsi être capable de développer une vision critique de son domaine, d'expliquer ce qu'il fait et pourquoi il le fait. Cela vaut tant en ce qui concerne une vulgarisation «de haut niveau» à l'intention de mathématiciens professionnels — il y a en effet un besoin impérieux d'exposés de synthèse ou de mise en forme s'adressant à des collègues spécialistes d'autres branches des mathématiques — que lorsqu'il s'agit d'une vulgarisation visant, de façon plus fondamentale, à favoriser le développement dans le «grand public» d'une attitude positive à l'égard des mathématiques.

Les responsables de cette Etude ont voulu faire en sorte que celle-ci ne se confinât pas dans des considérations théoriques éloignées de la réalité. Il appert qu'à cet égard l'entreprise s'est avérée des plus réussies: nombre de participants au symposium de Leeds étaient en effet des vulgarisateurs de métier et pour l'essentiel, les textes recueillis dans les actes [Etude 5-a] décrivent des réalisations concrètes de toutes sortes en vulgarisation mathématique. On y fait état entre autres d'utilisations fructueuses de divers médias: radio, télévision, films, journaux, revues, livres; du rôle des jeux, casse-tête et compétitions; d'expositions mathématiques telles le Pop Maths Roadshow ou Horizons mathématiques; de la présentation dans le cadre de ce même Pop Maths Roadshow des œuvres d'inspiration mathématique du sculpteur John Robinson; d'une exposition scientifique conçue par l'Université Laval et visitant ces nouvelles places publiques que sont les centres commerciaux; d'une trousse préparée par le Musée des beaux-arts de Montréal visant à familiariser les élèves de 11 ou 12 ans avec des aspects mathématiques de certaines œuvres de sa collection; de «sentiers mathématiques» mis au point par des collègues australiens, etc. Les actes constituent ainsi une source féconde d'inspiration pour qui veut s'intéresser à la présentation de thèmes mathématiques à un vaste public.

5. Etudes à venir

Déjà une autre Etude est en marche, portant sur *L'évaluation dans l'enseignement des mathématiques et ses effets.* Plusieurs pratiques actuelles d'évaluation semblent avoir des effets pervers et il apparaît impérieux de faire en sorte que celle-ci devienne une composante positive du processus d'apprentissage. Le document de discussion [Etude 6-d] décrit plus à fond les objectifs de cette prochaine Etude et fait un appel aux contributions en vue du symposium de Calonge, Espagne (avril 1991).

On a récemment fait l'annonce ([Hi90]) d'une nouvelle Etude ayant pour thème *Les sexes et l'enseignement des mathématiques.* Prévue pour 1993, cette Etude est le fruit d'une collaboration entre la CIEM et l'un de ses groupes affiliés, le Mouvement international pour les femmes et l'enseignement des mathématiques (IOWME). Par ailleurs, de nombreux sujets pour de futures Etudes ont déjà été évoqués ([Ka90]): la formation mathématique des maîtres du primaire; l'orientation des jeunes vers les mathématiques; l'enseignement de la géométrie et des probabilités; mathématiques et télévision, etc.

Signalons enfin la présence importante des Etudes de la CIEM dans le cadre du 7e Congrès international sur l'enseignement des mathématiques — ICME-7 (Québec, 1992), chacune des trois Etudes 1 (en révision), 5 et 6 figurant au programme.

Références

a) Les Etudes

[Etude 1-a] Churchhouse, R. F. *et al.* eds. *The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching.* Cambridge University Press, 1986.

[Etude 2-a] Howson, A. G. and B. Wilson. *School Mathematics in the 1990s.* Cambridge University Press, 1986.

[Etude 3-a] Howson, A. G., J.-P. Kahane, P. Lauginie and E. de Turckheim, eds. *Mathematics as a Service Subject.* Cambridge University Press, 1988.

[Etude 4-a] Nesher, P. and J. Kilpatrick, eds. *Mathematics and Cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education.* Cambridge University Press, 1990.

[Etude 5-a] HOWSON, A. G. and J.-P. KAHANE, eds. *The Popularization of Mathematics.* Cambridge University Press, 1990.

[Etude 1-d] CHURCHHOUSE, R. F. *et al.* The influence of computers and informatics on mathematics and its teaching. *L'Enseignement Mathématique 30* (1984), 159-172. [Egalement paru dans la *Gazette des mathématiciens 24* (1984) et dans le *Bulletin de l'Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public 345* (1984), 509-522.]

[Etude 2-d] HOWSON, A. G., B. F. NEBRES and B. J. WILSON. *School mathematics in the 1990s.* Secrétariat de la CIEM, 1985, 29 p.

[Etude 3-d] HOWSON, A. G. *et al.* Mathematics as a service subject. *L'Enseignement Mathématique 32* (1986), 159-172. [Egalement paru dans la *Gazette des mathématiciens 30* (1986), 167-178.]

[Etude 5-d] HOWSON, A. G., J.-P. KAHANE and H. POLLAK. The popularization of mathematics. *L'Enseignement Mathématique 34* (1988), 205-213. [Egalement paru dans le *Bulletin of the Institute of Mathematics and its Applications 24* (9-10) (1988), 139-142 et dans les *Notices of the American Mathematical Society 36* (1989), 23-27.]

[Etude 6-d] NISS, M. *et al.* Assessment in mathematics education and its effects. *L'Enseignement Mathématique 36* (1990), 197-206.

[Etude 2-e] HOWSON, A. G. et B. WILSON. *Las matemáticas en primaria y en secundaria en la década de los 90.* Mestral Libros, 1987. (Traduction espagnole de [Etude 2-a])

[Etude 2-e'] *Aportaciones al debate sobre las matemáticas en los 90.* Mestral Libros, 1987.

[Etude 1-s] *The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching (Supporting Papers).* IREM, Université Louis-Pasteur, Strasbourg, 1985.

[Etude 3-s] CLEMENTS, R. R., P. LAUGINIE and E. de TURCKHEIM, eds. *Selected Papers on the Teaching of Mathematics as a Service Subject.* (CISM Courses and Lectures No. 305) Springer-Verlag, 1988.

b) AUTRES RÉFÉRENCES

[Am86] AMARA, M., N. BOUDRIGA et K. HARZALLAH, éds. *L'Informatique et l'enseignement des mathématiques dans les pays en voie de développement.* (Actes du 1er Symposium ICOMIDC, Monastir, 1986) ICOMIDC et Unesco, 1986.

[Be86] BECKER, J. P. Critique de [Unesco3], vol. 1, 2 et 3. *Educational Studies in Mathematics 17* (1986), 89-96.

[Bi86] BIEHLER, R., R. STRÄSSER and B. WINKELMANN. Report on the ICMI-Symposium on 'The Influence of computers and informatics on mathematics and its teaching'. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 18* (1986), 58-69.

[Ch78] CHRISTIANSEN, B. The cooperation between ICMI and Unesco. *Bulletin of the International Commission on Mathematical Instruction 10* (mars 1978), 4-10.

[Co86] CORNU, B. Logiciels et réalisations informatiques pour l'enseignement des mathématiques dans l'enseignement supérieur. *Gazette des mathématiciens 30* (1986), 147-164.

[D'A79] D'AMBROSIO, U. Buts et objectifs de l'enseignement des mathématiques. In: [Unesco1], Volume 4, pp. 190-209.

[De67] DELESSERT, A. Compte rendu de la séance de la CIEM tenue à Utrecht, le 26 août 1967. *L'Enseignement Mathématique 13* (1967), 243-246.

[Dexx] DEMANA, F., B. K. WAITS and J. HARVEY, eds. *Proceedings of the Annual Conference on Technology in Collegiate Mathematics.* (1st: 1988; 2nd: 1989; 3rd: 1990). Addison-Wesley, 1990, 1991.

[Du90] DUBINSKY, E. and R. FRASER, eds. *Computers and the Teaching of Mathematics: A World View.* (Selected papers from ICME-6, Budapest, 1988) Shell Centre for Mathematical Education, 1990.

[Fr78] FREUDENTHAL, H. ed. Change in mathematics education since the late 1950's — ideas and realisation. *Educational Studies in Mathematics 9* (1978), 143-379.

[Ga90] GARFUNKEL, S. A. and G. S. YOUNG. Mathematics outside of mathematics departments. *Notices of the American Mathematical Society 37* (1990), 408-411.

[Gr90] GRAF, K.-D. and B. R. HODGSON. Popularizing geometrical concepts: the case of the kaleidoscope. *For the Learning of Mathematics 10 (3)* (1990), à paraître.

[Hi90] HIRST, K. and A. G. HOWSON, eds. ICMI Study: Gender and mathematics education. *Bulletin of the International Commission on Mathematical Instruction 29* (décembre 1990), 30.

[Ho88] HODGSON, B. R. and E. R. MULLER. Mathematics service courses: a Canadian perspective. In: [Etude 3-s], pp. 43-51.

[Ho83] HOWSON, A. G. The International Commission on Mathematical Instruction: past, present and future. *L'Enseignement Mathématique 29* (1983), 348-350.

[Ho84] —— Seventy-five years of the International Commission on Mathematical Instruction. *Educational Studies in Mathematics 15* (1984), 75-93.

[Jo87] JOHNSON, D. C. and F. LOVIS, eds. *Informatics and the Teaching of Mathematics.* (Proceedings of the IFIP TC3/WG3.1 Conference, Sofia, 1987) North-Holland, 1987.

[Ka83] KAHANE, J.-P. A message from the President. *Bulletin of the International Commission on Mathematical Instruction 13* (février 1983), 1-2.

[Ka86] —— Enseignement mathématique, ordinateurs et calculettes. *Proceedings of the International Congress of Mathematicians* (Berkeley, 1986), 1682-1696.

[Ka89] —— Mathématiques. Quelles tendances? Quels enjeux? *La pensée 270-271* (1989), 89-99.

[Ka89a] —— Vulgarisation mathématique: un problème mondial. *La pensée 272* (1989), 57-63.

[Ka90] —— A farewell message from the retiring president of ICMI. *Bulletin of the International Commission on Mathematical Instruction 29* (décembre 1990), 3-8.

[Kr66] KRYGOWSKA, A. Z. Développement de l'activité mathématique des élèves et rôle des problèmes dans ce développement. *L'Enseignement Mathématique 12* (1966), 293-322.

[La87] LABORDE, C. Critique de [Etude 1-a]. *Educational Studies in Mathematics 18* (1987), 329-333.

[Mu88] MULLER, E. R. and B. R. HODGSON. The mathematics service courses environment. In: [Etude 3-s], pp. 149-156.

[So90] SOWDER, J. T. Critique de [Etude 4-a]. *Journal for Research in Mathematics Education 21* (1990), 246-250.

[Unesco1] *Tendances nouvelles de l'enseignement des mathématiques.* Volume I (1966), Volume II (1970), Volume III (1972) et Volume IV (1979). Unesco.

[Unesco2] DAMEROW, P. *et al.*, eds. *Mathematics for All.* (Document No. 20, 1986). D. F. ROBITAILLE, ed. *Evaluation and Assessment in Mathematics Education.* (Document No. 32, 1989). C. KEITEL *et al.*, eds. *Mathematics, Education and Society.* (Document No. 35, 1989). Unesco (Science and Technology Education Document Series).

[Unesco3] MORRIS, R. éd. *Etudes sur l'enseignement des mathématiques.* Volume I (1981). Volume 2 (1981). Volume 3: *La formation des professeurs de mathématiques de l'enseignement primaire* (1986). Volume 4: *La formation des professeurs de mathématiques de l'enseignement secondaire* (1986). Volume 5: *L'Enseignement de la géométrie* (1987). (Autres volumes à paraître sur l'enseignement des mathématiques hors de l'école et sur l'enseignement de la statistique.) Unesco.

[Wi87] WILSON, B. School mathematics in the 1990s: An ICMI study. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 19* (1987), 36-39.

(Reçu le 19 février 1991)

B. R. HODGSON
Département de mathématiques et de statistique
Université Laval
Québec G1K 7P4 Canada

vide-leer-empty