



Thème 4 – Bilan du groupe de travail Enjeux de l'enseignement des mathématiques dans leurs liens avec les autres disciplines

Responsables

France Caron, *Université de Montréal, Canada*

Michèle Artaud, *IUFM d'Aix-Marseille, France*

Hamidou Touré, *Université de Ouagadougou, Burkina Faso*

Introduction

Ce thème a réuni des participants du Canada (Québec et Ontario), de la France, de la Tunisie, du Sénégal, du Burkina Faso et de la Belgique.

Dans plusieurs de ces pays de la francophonie, les réformes en cours aux différents ordres d'enseignement touchent de front, dans certains de leurs principes directeurs, les rapports que les disciplines entretiennent les unes avec les autres : interdisciplinarité, intégration et transfert des connaissances, apprentissage par projets, développement de compétences, etc. Cette nouvelle vision de l'éducation vient bousculer l'enseignement des mathématiques qui, fortes de la position dominante qu'elles ont acquise dans les systèmes d'éducation, paraissaient depuis quelques décennies se suffire à elles-mêmes.

Le groupe de travail sur le thème « Mathématiques et autres disciplines » du colloque EMF 2003 (Tozeur, Tunisie) avait reconnu la légitimité (voire la nécessité dans certains secteurs d'enseignement) d'une intégration des raisons d'être des mathématiques à travers des liens vers les autres disciplines. Faisant suite à ces travaux, le groupe de 2006 a échangé sur les enjeux, potentialités et difficultés d'une prise en compte des autres disciplines dans l'enseignement des mathématiques, en examinant de plus près les trois axes suivants :

1. La nécessité pour les mathématiques de se penser comme savoir fondamental pour d'autres disciplines.
2. La complexité de la modélisation et de son intégration dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.
3. La formation des enseignants de mathématiques aux autres disciplines et à la gestion en classe d'activités de modélisation.

Le groupe a fonctionné dans un format « table ronde » : dix textes retenus, donnés en lecture préalable et présentés brièvement, ont servi de base aux discussions, lesquelles ont constitué l'essentiel des six séances de travail étalées sur quatre jours. On trouvera les principales conclusions rapportées dans la synthèse.

Dans la première journée de travail, consacrée à l'examen des mathématiques comme savoir fondamental pour d'autres disciplines, le groupe a cherché à clarifier les rapports liant les mathéma-

tiques à une autre discipline (comme l'économie ou la physique) et à porter un regard critique sur la façon dont ces rapports sont pris en compte dans les formations où les mathématiques interviennent comme savoir fondamental. Abdessatar Hdia et Valérie Henry ont présenté au groupe leur analyse des différences de rapports institutionnels aux mathématiques qui marquent l'enseignement des mathématiques dans la formation supérieure des étudiants en sciences économiques. Sur l'apprentissage et la mobilisation en terminale scientifique des objets équation différentielle et intégrale, Marc Rogalski a fait ressortir la complémentarité des points de vue du mathématicien et du physicien. Cela l'a conduit à souligner la nécessité dans l'enseignement du respect des épistémologies propres à chacune des deux disciplines et l'importance de reconnaître les différences que cela induit dans la mise en équation.

Les trois séances suivantes ont été organisées autour de l'axe de la modélisation. Nous nous sommes d'abord interrogés sur les enjeux du développement de la modélisation en classe de mathématiques, sur les articulations à envisager avec les autres disciplines pour pouvoir y contribuer et sur le rôle à donner aux technologies dans ce contexte.

Philippe Etchecopar et Christian Héon ont partagé avec passion leur vision et leur expérience dans l'enseignement en sciences de la nature au collégial de projets multidisciplinaires liant mathématiques, physique et informatique. Dans ces projets, les étudiants doivent s'engager dans les différentes phases du processus de modélisation en tirant parti à la fois des outils technologiques pour résoudre les problèmes complexes qui leur sont soumis et du rapport au réel pour porter un regard critique sur les solutions qu'ils développent.

Le texte de Najoua Haj Ali faisait valoir l'importance de recourir à l'analyse de scénarios possibles et à des raisonnements plus intuitifs pour organiser l'enseignement de l'algèbre linéaire dans les instituts de formation économique. S'inscrivant dans la théorie anthropologique développée par Yves Chevallard, elle propose une organisation curriculaire où s'articulent technologie économique et technologie mathématique à travers les techniques utilisées. Michèle Artaud est revenue sur les composantes des praxéologies (où la composante théorique explique la composante technologique qui rend compte des techniques permettant d'accomplir les types de tâches) et a souligné l'importance de construire avec la classe les praxéologies mathématiques comme réponse à des questions qui motivent le recours aux mathématiques. L'élaboration des programmes de mathématiques gagnerait ainsi à identifier a priori quelques types de tâches de modélisation qui devraient être travaillés pour faire émerger les mathématiques à étudier.

Dans cette voie, les analyses de Renée Caron (au primaire) et Samia Achour (au début du secondaire) ont permis d'aborder, à travers différents exemples de transposition didactique, les potentialités, difficultés et risques de l'intégration de la modélisation dans les mathématiques scolaires. En particulier, on a fait voir le risque d'une dénaturation du problème et de la discipline qui lui est typiquement associée au profit des aspects mathématiques jugés intéressants mais qui ne concernent peut-être que des éléments accessoires de la situation initiale.

La cinquième et avant-dernière séance a porté sur la question de la formation des enseignants à l'interdisciplinarité et à la modélisation, en distinguant les contextes de formation initiale et de formation continue. Fernand Malonga Moungabio a montré que si l'enseignement de l'équation différentielle, tel qu'encadré par les nouveaux programmes français, fait précéder l'aspect objet

par l'aspect outil en l'introduisant à partir de phénomènes physiques, les enseignants de mathématiques continuent de privilégier un enseignement intramathématique des équations différentielles avant un passage à leurs applications physiques. Même si les enseignants de mathématiques reconnaissent la valeur de collaborations avec les enseignants de physique, ces collaborations ne sont pas encore très répandues en raison de contraintes épistémologiques, technologiques ou institutionnelles.

De son côté, Alain Bois, enseignant de mathématiques au secondaire, a témoigné d'une expérience riche et intéressante de collaboration avec un enseignant d'arts plastiques pour faire explorer aux élèves les notions de temps et de mouvement. À partir de ces présentations, une discussion s'est engagée sur les conditions à mettre en place à l'école pour que puissent vivre des enseignements ou des projets multidisciplinaires qui contribuent de façon significative aux apprentissages réalisés par les élèves.

Synthèse

Lors de la dernière séance, nous avons procédé à une synthèse des discussions, souvent très animées, auxquelles ont donné lieu les questions de départ et les nombreux éléments de réflexion apportés par les différentes présentations. Soulignons qu'avec dix communications présentées, il y avait en moyenne une vingtaine de participants par séance.

Cet exercice a fait ressortir deux points importants sur lesquels il y avait consensus. Le premier est que les liens qui unissent les mathématiques avec les autres disciplines et les pratiques sociales doivent être pris en compte dans l'enseignement de cette discipline à tous les niveaux. Le second est que cette prise en compte doit être réalisée par le biais de la modélisation.

À partir de là, plusieurs positions se sont dégagées, correspondant à différentes visions des mathématiques et de l'importance de leur rapport à la réalité.

Pour certains, la modélisation doit demeurer avant tout un moyen au service de l'apprentissage des mathématiques. Et ce moyen peut jouer différentes fonctions, selon la position dans le temps didactique qu'on est prêt à lui laisser occuper : en amont, pour faire émerger les mathématiques à apprendre ; en cours de route, pour enrichir ou approfondir la compréhension des mathématiques apprises ; en aval, pour travailler ou faire fonctionner les mathématiques apprises.

Pour d'autres, la modélisation devrait être considérée comme enjeu d'enseignement. Là encore, des différences dans les approches peuvent survenir selon que l'on conçoit que cet enjeu est mieux servi à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enseignement des mathématiques. Mais dans les deux cas, pour qu'une situation d'apprentissage puisse s'inscrire dans le développement de compétences de modélisation chez l'élève, elle devrait lui laisser le soin de déterminer lui-même quelles mathématiques utiliser à partir des données et des connaissances scientifiques dont il dispose sur la situation de départ. Ce travail va dans le sens opposé de ce qui se fait typiquement en classe de mathématiques : en effet, le sens qui va des mathématiques aux autres sciences, par le biais de l'application, peut paraître plus « naturel » pour les mathématiciens et pour les enseignants de mathématiques, formés par ces mêmes mathématiciens. Les collaborations avec les collègues des autres disciplines se révèlent alors très précieuses pour la mise sur pied d'authentiques projets de modélisation.

Quelle que soit la position adoptée, le problème des conditions pour qu'existe la modélisation dans l'enseignement des mathématiques se pose de façon aiguë.

Il convient d'abord de relever l'incompatibilité entre la position que doit occuper l'enseignant pour s'engager dans la voie de la modélisation prônée par les réformes actuelles et la position qui lui est faite par l'institution et la société. Dans l'institution, l'enseignant est de plus en plus considéré comme simple exécutant. On lui refuse ainsi (ou on lui retire) les moyens de penser, de fabriquer, des situations aptes à faire vivre la modélisation en classe : accès à une formation continue, dégagement de temps pour les collaborations entre collègues de différentes disciplines, etc. Et quand des tentatives résultant d'initiatives individuelles « militantes » sont faites, elles sont peu encouragées par l'institution voire carrément pénalisées.

Ce manque de soutien institutionnel vient en partie du fait que de telles initiatives, si elles paraissent s'inscrire dans les intentions des nouveaux programmes et si elles améliorent la robustesse du rapport aux mathématiques établi, ne se traduisent pas nécessairement en « gain de performance » pour l'institution dans les évaluations nationales en mathématiques. En effet, celles-ci se soucient encore assez peu des compétences de modélisation de l'élève et de sa capacité à établir des liens entre les mathématiques et les autres disciplines pour appréhender un pan de la réalité. Elles ne font pas non plus l'hypothèse, trop coûteuse pour être réaliste, que tous les élèves ont accès à des outils technologiques dans leur pratique mathématique. Le degré de complexité et d'authenticité des situations qui peuvent être abordées en est donc forcément marqué.

Sans une mise en compatibilité des évaluations nationales avec les intentions des programmes, toute tentative d'ouverture vers les autres disciplines ou d'intégration de la modélisation dans l'enseignement des mathématiques au secondaire est condamnée à être perçue comme du temps volé à la préparation à ces évaluations.

Mais pour que l'évaluation puisse évoluer en ce sens, il est nécessaire que l'enseignement post-secondaire reconnaisse à son tour la diversité des pratiques mathématiques et ne voie plus dans les mathématiques appliquées des mathématiques de second ordre. La formation des étudiants en mathématiques gagnerait à être décloisonnée et à intégrer des raisons d'être des mathématiques étudiées, ainsi qu'à habituer les étudiants à la fréquentation de disciplines utilisant des mathématiques.

On ajoutera enfin qu'il est frappant de constater que le physicien, le chimiste, l'économiste, le biologiste, etc. ont et se donnent le droit de manipuler des mathématiques alors que le mathématicien s'empêche ou semble empêché de manipuler de la chimie, de la biologie, de la physique, ou encore de l'économie. Non seulement cela réduit son domaine d'action en mathématiques, mais cela limite aussi les secteurs où il peut désormais enseigner : avec un transfert de l'enseignement de certains éléments des mathématiques aux non spécialistes, les filières techniques du collégial au Québec en sont un exemple.

Perspectives

Les positions diverses, au sein même du groupe, à l'égard du rôle de la modélisation en classe de mathématiques témoigne du fait que ce thème (ou cette préoccupation) a atteint récemment l'état de question vive dans l'enseignement et la didactique francophone des mathématiques. Néan-

moins, cette dernière dispose déjà de plusieurs éléments théoriques utilisables, qui lui permettent non seulement d'être plus présente dans ce secteur de recherche mais aussi d'accompagner les enseignants dans l'élaboration et l'expérimentation de situations de modélisation ainsi que dans l'analyse de leur déroulement.

Il serait précieux pour les enseignants et pour les chercheurs de créer un lieu de partage et de diffusion (comme un site web par exemple) tant de ces situations que des analyses qui en ont découlé ou qui les ont produites. Il n'en reste pas moins que la diffusion de ces situations et de l'organisation de l'étude qui leur est associée ne va pas de soi, et que cette étude constitue sans doute un enjeu essentiel pour faire progresser l'enseignement des mathématiques, au même titre que la question de la viabilité de la modélisation dans la classe de mathématiques évoquée plus haut.