

ENSEIGNEMENT ET APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES : INTERACTIONS AVEC LES AUTRES DISCIPLINES SCOLAIRES ET LES PRATIQUES PROFESSIONNELLES

Compte-rendu du Groupe de Travail n°5 – EMF2012

Cissé BA* – Annie BESSOT** – France CARON***

I. INTRODUCTION

Ce sujet revient pour la quatrième fois dans le cadre de l'EMF. Une telle longévité s'explique en partie par l'importance de ce thème dans nos sociétés actuelles : contextualisation des apprentissages, interdisciplinarité, intégration des matières, apprentissage par projets, développement de compétences, etc. Elle trouve aussi sa justification dans les défis et problèmes que continuent de poser les interactions entre les disciplines enseignées au sein des institutions de formation, tant générales que professionnelles.

Il serait inapproprié de voir dans les difficultés que posent ces interactions autant de raisons pour revenir à un enseignement des mathématiques coupé de tout contact avec le monde extérieur. En effet, les rapports que les mathématiques entretiennent avec les autres disciplines et des secteurs de l'activité humaine ont participé (et participent) à l'évolution des mathématiques et expliquent la place qu'elles occupent actuellement, tant dans la société, que dans les cursus scolaires. Faire silence sur ces rapports n'est pas sans conséquence sur l'engagement des élèves à l'endroit de l'apprentissage des mathématiques et sur la capacité des citoyens à s'en prévaloir, autant comme outil d'analyse que comme source de développement.

En particulier, il semble vital, dans la formation professionnelle, de repenser le rapport des mathématiques aux pratiques des métiers dans lesquelles elles deviennent invisibles, pour pouvoir repenser l'enseignement des mathématiques dans les filières professionnelles.

La modélisation apparaît comme un lieu privilégié d'interactions entre les mathématiques, les autres disciplines et les pratiques professionnelles. En effet, la modélisation peut d'abord servir de levier pour problématiser un savoir mathématique à partir d'un questionnement fondamental : au travers de principes issus d'une autre discipline ou d'une situation réelle qui commande un recours à plusieurs disciplines ou vise une finalité professionnelle. Par ailleurs, elle peut aussi être envisagée comme un objet d'apprentissage à part entière dans les cours de mathématiques, même si cette seconde approche ne paraît pas faire l'unanimité.

Une des difficultés liées à l'intégration de la modélisation comme objet d'apprentissage vient du fait qu'elle constitue à bien des égards et pour la plupart des systèmes d'enseignement actuels une rupture – ou à tout le moins une modification profonde – du contrat didactique dans l'enseignement des mathématiques, remettant en cause à la fois les responsabilités respectives de l'élève et de l'enseignant et l'objet de l'institutionnalisation et de l'évaluation. Si la nature des épreuves d'évaluation nationales reflète à des degrés divers, selon l'époque et le pays, les objectifs à long terme et les priorités que se donne un État dans l'éducation et la formation de ses citoyens, on pourrait être porté à conclure, malgré certains énoncés de

* Université Cheikh Anta Diop – Sénégal – cisseba2000@yahoo.com

** Université Joseph Fourier, Grenoble 1 – France – Annie.Bessot@imag.fr

*** Université de Montréal – Canada – france.caron@umontreal.ca

principes, que la modélisation ne se retrouve pas au cœur des visées que l'on poursuit avec l'enseignement des mathématiques aujourd'hui. Devrait-elle l'être, au regard des enjeux sociaux et défis actuels qui se posent avec une nouvelle acuité ? Des distinctions s'imposent-elles ici entre la formation générale et la formation professionnelle ?

Les deux axes suivants ont donc orienté le travail du groupe.

1. La modélisation comme lieu privilégié d'interactions entre les mathématiques et d'autres disciplines scolaires

2. Le cas particulier de la formation professionnelle

Vingt-cinq personnes ont participé au travail du groupe. Elles provenaient de secteurs divers : recherche en didactique des mathématiques, enseignement de mathématiques à différents niveaux – allant de l'université (dans différentes facultés) à l'enseignement spécialisé, formation à l'enseignement des mathématiques. Neuf pays étaient représentés : Allemagne, Belgique, Burkina Faso, Canada, France, Maroc, Sénégal, Suisse, Viêt Nam.

Les dix communications retenues concernaient des thèmes variés comme probabilités et statistique dans la formation médicale (Croset et al., Lê et al.), praxéologies et transposition didactique dans des formations professionnelles comme celles d'ingénieur ou en économie (Castela ; Xhonneux), modélisation dans la formation professionnelle – de la formation d'apprentis à la formation de haut niveau pour l'industrie (Favre ; Godlewski ; Straesser), modélisation dans l'enseignement général en mathématiques (Cabassut ; Soury-Lavergne et al. ; Moulin et al.).

Un constat est que sept des dix communications ont porté sur la formation professionnelle. Cette centration de fait sur la formation professionnelle atteste de la nécessité de maintenir un espace de partage des études didactiques sur les formations professionnelles mais aussi, et surtout, d'initier des recherches sur le terrain même des pratiques professionnelles visées par ces formations, où peuvent intervenir des mathématiques plus ou moins visibles imbriquées à des savoirs non mathématiques (métaphore des boîtes noires).

II. LA FORMATION PROFESSIONNELLE : DE LA MODELISATION AUX SAVOIRS ENSEIGNÉS

De l'avis unanime des participants, l'entrée dans un processus de modélisation devrait constituer l'un des enjeux sociaux des formations professionnelles. La prise en compte de cet enjeu s'avère essentielle à la formation de véritables professionnels qui puissent justifier ce qu'ils font et porter un jugement critique sur des résultats auxquels leur pratique est susceptible de les confronter.

En particulier cela permettrait de poser les problèmes :

- du choix de l'ouverture ou non de boîtes noires fortement présentes dans les pratiques professionnelles de référence et intimement liées au processus de modélisation ;
- des savoirs mathématiques qui peuvent contribuer au contrôle de l'utilisation de ces boîtes noires et à l'interprétation de leurs productions ;
- de la nature des technologies (au sens praxéologique) qui décrivent, valident, expliquent, facilitent, produisent, évaluent les techniques qui permettent d'accomplir des tâches typiques de la profession.

Dans les pratiques professionnelles et en particulier dans la pratique médicale, les probabilités et la statistique représentent un domaine mathématique de plus en plus présent. On peut donc

se demander si les savoirs relevant de ce champ des mathématiques ne sont pas un vivier de boîtes noires qu'il conviendrait d'ouvrir, au moins partiellement. Cela commanderait une plus grande attention à ce champ disciplinaire dans la formation. Une réflexion équivalente pourrait aussi être engagée du côté des mathématiques discrètes et des méthodes numériques.

Par ailleurs, les phénomènes de contre-transposition où des savoirs émergent de la pratique, sans être issus des savoirs savants, questionnent à leur tour la place, la nature et le rôle des enseignements mathématiques dans les pratiques professionnelles, ainsi que la formation des professeurs qui les dispensent. Cette formation permet-elle de lier la culture mathématique aux pratiques professionnelles ? À quelle(s) institution(s) la composante mathématique dispensée dans les formations professionnelles renvoie-t-elle ?

Car il ne suffit pas de chercher à répondre aux exigences perçues par la profession, en adoptant une perspective essentiellement utilitariste. Plusieurs des participants au groupe ont émis la crainte qu'une centration des mathématiques enseignées sur leur utilisation anticipée fasse perdre de vue la nature et le caractère spécifique des mathématiques, ainsi que leur cohérence interne, garante autant de la validité interne des processus mis à contribution que de la résilience des connaissances mathématiques à l'évolution des pratiques. Pour eux, l'enseignement des mathématiques doit d'abord et avant tout participer au développement d'une culture mathématique ; si les applications contribuent à faire évoluer la culture mathématique et peuvent participer à définir l'étendue du territoire à couvrir, elles ne peuvent à elles seules déterminer l'organisation des enseignements mathématiques. Cette résistance s'est exprimée de façon encore plus forte du côté de la formation générale.

III. LA FORMATION GÉNÉRALE : DE LA MODELISATION À L'INTERDISCIPLINARITÉ

On relève que la modélisation est de plus en plus présente dans l'énoncé des programmes de la formation générale. On y voit d'abord l'influence des études PISA de l'OCDE, des préoccupations du Parlement Européen, et d'un certain courant didactique actif de plus longue date dans certains pays (en particulier en Allemagne ou au Royaume Uni) ; en témoigne d'ailleurs la récente étude conjointe ICMI-ICIAM sur les « interfaces » entre l'enseignement des mathématiques et l'industrie, où les pays francophones étaient relativement peu représentés (<http://eimi.glocos.org/>). Par ailleurs, on peut aussi voir dans la modélisation des liens avec l'approche par problèmes et avec la résolution de situations-problèmes, ce qui contribue à leur légitimation didactique dans les différents systèmes d'enseignement.

Par ailleurs, la présence effective de la modélisation dans l'enseignement des mathématiques reste encore plutôt marginale dans la francophonie. Plusieurs difficultés sont invoquées pour expliquer cette situation. On note d'abord un manque de tradition à cet égard et une interprétation variable dans le milieu éducatif de ce à quoi renvoie la modélisation et des raisons qui militent en faveur de son intégration dans l'enseignement. Certains professeurs sont prêts à accorder une place à la modélisation dans la mesure où elle contribue à la compréhension des mathématiques enseignées, mais ils ne souhaitent pas pour autant qu'elle constitue en elle-même un enjeu de l'enseignement des mathématiques. De plus, les pratiques évaluatives, qui continuent à reposer pour l'essentiel sur des examens relativement courts, se prêtent assez mal à l'évaluation de la capacité à entrer dans un processus de modélisation authentique ; en ce sens, elles paraissent confiner la modélisation à un rôle de soutien à l'apprentissage des mathématiques. On relève aussi la quasi-absence de situations de modélisation dans les manuels scolaires.

La mise en place de projets pour contribuer à l'entrée dans un processus de modélisation, si elle semble appropriée a priori, comporte elle aussi sa part de difficultés et de risques. Rappelons le délai d'appropriation entre la première rencontre de nouveaux savoirs et leur utilisation spontanée et contrôlée pour modéliser une nouvelle situation. Il convient aussi de mettre en garde contre les vastes projets où les mathématiques finissent par occuper une place dérisoire. Tout en reconnaissant qu'il est possible d'éveiller à la modélisation à l'intérieur de situations purement mathématiques (par exemple avec la géométrie dynamique), il faut relever que bien des situations de modélisation intéressantes du point de vue mathématique commandent de mettre aussi à contribution d'autres disciplines dans l'analyse. Néanmoins, la concertation entre enseignants de différentes disciplines continue de poser problème dans un système éducatif qui n'a pas été pensé en ce sens, tant du côté de l'organisation scolaire que de la progression des savoirs et de la formation des enseignants. S'en remettre entièrement aux enseignants de mathématiques qui n'ont été que peu ou pas formés à ces autres disciplines pour conduire à eux seuls la modélisation de telles situations comporte le risque de trahir à la fois la complexité des situations de départ, les savoirs et les techniques développés par les autres disciplines pour en rendre compte, et ultimement, les précautions qu'il convient de prendre dans l'application des mathématiques.

IV. PERSPECTIVES

Ainsi, même si leurs enjeux sont fondamentalement différents, il apparaît pertinent d'étudier plus avant les formations professionnelles avant de chercher à transposer au sein de la formation générale les savoirs, les façons de faire et les interactions institutionnelles qui s'y déploient. En particulier, si les interactions institutionnelles se révèlent incontournables dans les pratiques professionnelles, elles ne sont pas toujours clairement assumées dans les formations qui y préparent. Une plus grande concertation à ce niveau pourrait s'inscrire dans une nouvelle vision du contrat social où la transmission d'un bagage culturel, si elle demeure fondamentale, ne suffit plus, dans les domaines et les formes où l'on paraît l'avoir cantonnée.

Nous proposons donc la poursuite d'échanges sur ce thème, avec pour la prochaine rencontre EMF, le maintien du groupe et une réaffirmation de l'importance d'étudier les pratiques professionnelles et les formations qui y préparent. Des études didactiques sur les pratiques professionnelles faisant intervenir les mathématiques, de façon plus ou moins visible, et sur les formations associées permettraient de documenter plus en détail la modélisation mathématique qui s'y pratique, la présence de boîtes noires dans ces pratiques, ainsi que les savoirs mathématiques mis à contribution (ou qui pourraient l'être) pour exercer davantage de contrôle. Sur ce plan, la place et l'importance des probabilités et de la statistique dans les pratiques et les formations professionnelles mériterait une attention particulière.

CONTRIBUTIONS AU GT5

- CABASSUT R. – Un exemple d'analyse des croyances des enseignants envers l'enseignement de la modélisation.
- CASTELA C. – Des mathématiques aux sciences physiques : exemple d'effets transpositifs.
- CROSET M.-C., NEY M., CHAACHOUA H. – Une articulation de la statistique avec le savoir médical : le Projet LoE.
- FAVRE J.-M. – Narrer pour problématiser dans le contexte de la formation professionnelle d'apprenties en difficulté d'apprentissage.
- GODLEWSKI E. – Programme de formation professionnalisante de niveau master en mathématiques.
- LE H.-C., DAO H.-N. – Une étude sur la pratique d'enseignement des probabilités dans la formation des médecins.
- MOULIN M., DELOUSTAL-JORRAND V., TRIQUET E., BRUGUIERE C. – Inscrire les problèmes de mathématiques dans des récits empruntés à la littérature de jeunesse.
- SOURY-LAVERGNE S., BESSOT A. – Modélisation de phénomènes variables à l'aide de la géométrie dynamique.
- STRAESSER R. – Interfaces éducatives entre mathématiques et industrie.
- XHONNEUX S., HENRY V. – Le Théorème de Lagrange en mathématiques et en économie : une étude didactique du savoir enseigné.