ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES AUX NIVEAUX POSTSECONDAIRE ET SUPERIEUR

Compte-rendu du Groupe de Travail n°7 – EMF2012

Nadia AZROU* – Stéphanie BRIDOUX** – Denis TANGAY***

I. INTRODUCTION

Le groupe de travail s'est penché sur la question de l'enseignement des mathématiques aux niveaux postsecondaire et supérieur dans la continuité des échanges menés à EMF2009, dans le groupe de travail sur le Thème 7. En nous appuyant sur le thème du Colloque EMF2012, *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le XXI^e^ siècle*, il nous a semblé important de prendre en compte la complexité et la variabilité des systèmes avec lesquels le citoyen doit composer au jour le jour. Ceux-ci requièrent en effet une flexibilité et une adaptabilité de la pensée sollicitant ce que, dans le GT7 d'EMF2009, nous avons appelé les « aptitudes et compétences mathématiques transversales » (c'est-à-dire plus ou moins indépendantes des sujets mathématiques spécifiques) : aptitudes aux raisonnements analogique, inductif, abductif et déductif, maîtrise des structures logiques universelles, capacité à abstraire, à théoriser, à modéliser, à poser et résoudre un problème…

Dans ce contexte, le groupe s'est intéressé à ces défis de la formation aux mathématiques avancées : comment les relever sans exacerber les problèmes bien concrets que sont la désaffection des jeunes pour les filières scientifiques ou encore, les discontinuités de la transition entre le secondaire et le supérieur. Tout comme dans le GT7 d'EMF2009, les discussions, échanges et réflexions menés dans ce groupe se sont vite focalisés sur ces questions de transition telles que les ruptures dans les contenus, dans le niveau de formalisme et d'abstraction requis par l'enseignement supérieur, dans les méthodes d'enseignement et d'évaluation, etc.

Le travail mené au sein du groupe a permis de faire émerger trois angles d'attaque distincts, qui sont néanmoins restés imbriqués dans les présentations et les discussions :

- *Un point de vue didactico-épistémologique sur les transitions (secondaire-postsecondaire)*
  Étude de savoirs et sujets spécifiques orientée vers l'enseignement. Abord didactique davantage axé sur les ingénieries et les modalités d'enseignement, et proposant des pistes de remédiation aux difficultés des étudiants répertoriées par la recherche.
- *Un point de vue plus cognitif sur les transitions*
  Aptitudes et compétences mathématiques « transversales » à développer, avec leurs difficultés sous-jacentes : logique, démonstration, formalisme, capacité à abstraire... Abord didactique davantage orienté vers l'analyse de productions d'étudiants.
- *Un point de vue plus théorique et institutionnel sur les transitions*
  Programmes et organisation curriculaire, méthodes pédagogiques, avec un regard sur l'organisation du travail attendu chez les étudiants.

* Centre universitaire Yahia Farès de Médéa – Algérie – nadiazrou@gmail.com
** Stéphanie BRIDOUX, Université de Mons – Belgique – stephanie.bridoux@umons.ac.be
*** Université du Québec à Montréal – Canada – tanguay.denis@uqam.ca

© Azrou N., Bridoux S., Tanguay D. (2012) Enseignement des mathématiques aux niveaux postsecondaire et supérieur – *Compte-rendu du Groupe de Travail n°7*. In Dorier J.-L., Coutat S. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21^e^ siècle – Actes du colloque EMF2012* (GT7, pp. 945–952). http://www.emf2012.unige.ch/index.php/actes-emf-2012

II. UN POINT DE VUE DIDACTICO-EPISTEMOLOGIQUE SUR LA TRANSITION SECONDAIRE-SUPERIEUR

Suivant un angle d'attaque didactique mais aussi épistémologique, le groupe s'est penché sur les questions de transition entre le secondaire et le supérieur en abordant les problèmes posés par les exigences imposées par ces deux institutions dans la perspective d'agir sur, voire de modifier, l'enseignement de certaines notions du supérieur. L'exigence accrue en matière de formalisme à l'université avait déjà fait l'objet de longs échanges dans le GT7 d'EMF2009. L'étude des spécificités des notions, celle de l'écart entre les niveaux de conceptualisation requis au secondaire et au supérieur, les différences dans les mises en fonctionnement attendues des élèves et des étudiants, avaient amené le groupe à mettre en évidence l'importance d'un travail sur le sens des objets. Il s'agirait alors de le mener en parallèle avec l'introduction du formalisme associé, de manière à permettre un travail tant sémantique que syntaxique sur les concepts enseignés.

Les deux premières présentations ont pris appui sur cet aspect pour proposer des séquences d'enseignement visant à réduire les difficultés des étudiants avec le formalisme, dans les contextes spécifiques de l'enseignement de la topologie et celui de la dualité en algèbre linéaire, en première année universitaire en Belgique.

Dans sa contribution, Bridoux s'est intéressée à la possibilité d'agir sur un enseignement de topologie soumis à des contraintes institutionnelles fortes — notamment une utilisation massive du registre symbolique — pour amener les étudiants à réaliser de manière autonome certains exercices. Les caractères formalisateur, unificateur et généralisateur (au sens de Robert 1998) des notions d'intérieur, d'adhérence, d'ouvert et de fermé rendent leur introduction délicate, notamment parce qu'il est difficile de proposer aux étudiants un problème (ou une situation fondamentale au sens de Brousseau 1998) dans lequel ces notions apparaissent comme l'outil optimal de résolution. En s'appuyant sur une analyse historique et épistémologique de l'émergence des premières notions de topologie, complétée par une analyse de quelques manuels, Bridoux propose d'introduire dans l'enseignement les notions de points intérieurs et adhérents à partir de différentes formulations, plus ou moins formelles, en menant en parallèle un travail dans le registre graphique. Ce travail de formalisation progressive permet ensuite d'intégrer de manière naturelle et justifiée le symbolisme lié aux notions visées. L'enseignant assure la démarche en jouant sur la diversité des exemples traités et sur la manière dont il intervient dans les phases de mises au travail des étudiants et de correction des exercices proposés. L'analyse des productions des étudiants aux évaluations montre une amélioration significative dans les tâches de manipulation des définitions.

Suivant un angle davantage institutionnel, De Vleeschouwer aborde la transition secondaire-supérieur en prenant appui sur les travaux de Chevallard (1989). En combinant le concept de contrat didactique avec une perspective institutionnelle, De Vleeschouwer soutient que certaines difficultés des étudiants en début de parcours universitaire résultent des spécificités du contrat didactique en vigueur à l'université et ce, à différents niveaux. Après avoir identifié les caractéristiques du contrat didactique concernant l'enseignement de la dualité en première année universitaire, elle en présente un enseignement expérimental qu'elle a proposé à des étudiants dans le contexte de séances (facultatives) de remédiation, organisées pour des étudiants d'une filière mathématique. Cet enseignement prend notamment appui sur l'utilisation d'un méta-langage qui rend explicites certaines règles portant sur la manipulation des formes linéaires. De Vleeschouwer propose également des exercices qui nécessitent des changements de cadres et la production d'exemples, amenant les étudiants à réaliser un travail qui requiert de se conformer aux nouvelles attentes de l'institution « université ». L'analyse des productions des étudiants montre qu'une majorité d'entre eux semble entrer dans le nouveau contrat.

En ce qui concerne le formalisme, la présentation de Bridoux montre à quel point une manipulation prédominante du registre symbolique, même appuyée par l'utilisation d'autres registres tels que le registre graphique ou celui de la langue naturelle, n'est pas porteuse de sens pour les étudiants. Même s'ils parviennent après l'expérimentation à réaliser de manière autonome les tâches de manipulation des définitions du cours théorique, leurs performances sont considérablement réduites sur des tâches plus complexes qui nécessitent de mettre en relation les notions de topologie avec d'autres notions.

Concernant le travail mathématique attendu des étudiants dans le supérieur, De Vleeschouwer montre que le fait d'avoir des représentations dans différents cadres de travail et un stock suffisant d'exemples dans ces cadres (les fonctions, les vecteurs, les matrices, …) contribue à donner du sens aux notions « abstraites » qui sont enseignées, telles que la dualité.

Les discussions qui ont suivi ces présentations sont revenues sur le problème récurrent des exigences en matière de formalisme dans l'enseignement universitaire. En particulier, la nécessité de préciser ce que recouvre le terme « formalisme » a émergé. Est-ce la même chose que le symbolisme ? En effet, les présentations ont montré que les concepts visés sont caractérisés, au sein des propositions d'ingénieries, dans un langage formel non symbolique (caractérisations en langue naturelle chez Bridoux, recours aux commentaires méta-mathématiques pour illustrer les propriétés des objets chez De Vleeschouwer). Le groupe s'est donc interrogé sur la nécessité de recourir au registre symbolique dans la formalisation des concepts. Quelle est sa fonction ? Peut-on être formel sans recourir aux symboles ? Le groupe n'a pas de réponse ferme à ces questions et reconnaît de plus le besoin de mieux étudier le recours au formalisme dans l'enseignement, tant secondaire que postsecondaire, pour tenter d'inférer quelques éléments de réponse. Un projet d'étude didactique a été proposé : analyser sous ce rapport les discours, oral et écrit, des enseignants, des enseignements. Le groupe a de nouveau mis en évidence l'importance à accorder aux spécificités des notions pour pouvoir interroger le niveau de formalisme à introduire à chaque niveau d'enseignement.

Ce dernier aspect est de nouveau apparu avec la contribution de Grenier, à propos du concept de récurrence. En mathématiques, le raisonnement par récurrence ou par induction a cette double spécificité de permettre la construction des objets et d'être un outil de preuve. Une première étude menée sur la transposition de la récurrence dans l'enseignement secondaire et à l'université montre que cette notion est enseignée comme un type de raisonnement ou de preuve. Une analyse de manuels (aux niveaux lycée et universitaire) met en évidence des variantes dans l'écriture du principe de récurrence telles que le nombre d'étapes, l'explicitation du principe ou la présence (parfois erronée) ou non de quantifications. Grenier présente ensuite une étude menée depuis plusieurs années auprès d'étudiants scientifiques universitaires et d'enseignants de mathématiques français à propos du concept de récurrence. Cette étude révèle que la double spécificité du concept est très mal comprise et même parfois absente des conceptions des étudiants et des enseignants. Pour tenter d'améliorer la compréhension du concept, Grenier propose quelques problèmes visant à modifier les conceptions erronées ou mal adaptées, que son étude a mises en évidence.

La déficience des connaissances des étudiants en logique et en théorie des ensembles au début du supérieur et même dans les années supérieures de l'enseignement universitaire a de nouveau été discutée, comme dans le GT7 d'EMF2009. Tous les participants s'accordent pour dire qu'il y a des manques, que certains aspects sont peu approfondis dans l'enseignement secondaire et universitaire, que les difficultés dans ces deux domaines mathématiques y sont insuffisamment prises en compte, mais toute la question réside dans la manière de distiller — voire au besoin d'institutionnaliser — les connaissances nécessaires au fur et à mesure de l'enseignement.

En montrant de quelle manière le concept de récurrence est présenté dans les manuels et comment il est perçu par de nombreux étudiants, des questions sur le rôle du professeur et plus précisément, sur ce qui doit (devrait) être explicitement dit et mis en évidence (ou non) dans l'enseignement ont également émergé. Jusqu'où le discours oral ou écrit doit-il aller pour spécifier des connaissances telles que le statut des lettres (variable, paramètre, inconnue, …), les quantifications associées, les rôles et statuts des définitions, le concept d'implication (selon qu'elle soit quantifiée ou non, qu'on doive déterminer sa négation, qu'elle soit formulée en termes de condition nécessaire, de condition suffisante, d'inclusion ensembliste, etc.), par exemple ? Peut-être même serait-il souhaitable, de la part de l'enseignant, d'aller au-delà de l'explicitation, jusqu'à l'explication… Quel rôle a alors la formation des maîtres pour rendre les enseignants avertis, sensibles à ces questions mais aussi bien sûr minimalement compétents en ces domaines ? Quels pourraient être les apports des commentaires méta-mathématiques sur les apprentissages des étudiants et en particulier, sur la construction du sens à donner à ces concepts dans l'enseignement ?

III. UN POINT DE VUE COGNITIF

Jusqu'à pésent, les présentations et les échanges qui ont suivi se sont davantage centrés sur les spécificités des notions et sur des questions liées à leur introduction, en parallèle avec le problème du sens à leur donner. Suivant un angle d'attaque plus cognitif, le groupe a poursuivi son travail en abordant les questions liées à l'utilisation du formalisme et la prise en compte, dans l'enseignement, des connaissances en logique et en théorie des ensembles. Ont ainsi suivi des contributions dans lesquelles l'accent était placé sur le type de travail mathématique attendu des étudiants, par exemple dans les justifications ou les raisonnements requis par les situations et problèmes proposés.

Ces aspects sont abordés dans la contribution de Ghedamsi et Chellougui dans le domaine de l'analyse. Selon les deux proposantes, les situations qui intègrent une phase expérimentale permettent un travail heuristique sur des objets spécifiques, avec la possibilité de produire des preuves pragmatiques. Ces situations ouvrent la voie à des activités de conjecture, de calculs, etc., qui permettraient ensuite un retour possible et efficace au formalisme. Dans cette perspective, Ghedamsi et Chellougui ont élaboré et expérimenté une situation d'enseignement sur le thème de l'antiphérèse de $\sqrt{2}$. Ce choix est lié au fait que, pour les deux proposantes, le recours aux méthodes d'approximations numériques offre des possibilités d'organiser des situations à caractère a-didactique relatives aux concepts de limite, de suite et de fonction. L'analyse a priori de la situation prévoit de prendre appui sur la densité des rationnels dans les réels, pour ensuite travailler à partir des registres graphique et numérique sur un réseau de savoirs tels que la convergence d'une suite, le théorème du point fixe, les fonctions contractantes, les segments emboîtés et le théorème des accroissements finis. Le déroulement prévu intègre des phases de débat. L'analyse a posteriori de l'expérience menée auprès d'étudiants tunisiens de sciences en première année universitaire montre que la situation a essentiellement permis un travail exploratoire sur la nature des nombres et l'approximation de racines irrationnelles. Le milieu à la disposition des étudiants a néanmoins permis un travail heuristique caractérisé par la formulation de preuves pragmatiques à partir de connaissances graphiques et algébriques. La discussion en groupe a entre autres porté sur certaines modalités didactiques des présentation et gestion de la situation en classe, notamment sur la possibilité d'ouvrir la situation à des approches d'approximation de $\sqrt{2}$ plus strictement numériques, certes plus pauvres mais par ailleurs plus simples et plus facilement accessibles.

La contribution de Najar soulève à nouveau les difficultés de gestion du langage ensembliste formel et des connaissances en logique dans l'enseignement universitaire. L'analyse des réponses à un test proposé à de bons étudiants tunisiens de sciences montre que les savoirs visés dans les exercices, tels que les sous-espaces vectoriels, les applications linéaires ou la notion d'injectivité, sont en général correctement mobilisés. Toutefois, des difficultés dans la gestion du formalisme en jeu et/ou une identification erronée de certains des objets symbolisés provoquent parfois des blocages dans le travail des étudiants ou encore, les amènent à proposer des réponses dépourvues de sens ou incorrectes d'un point de vue logique. Les analyses menées par Najar montrent que les étudiants sont fortement démunis face à la manipulation des écritures symboliques qui s'érigent en véritables obstacles pour mettre en œuvre les connaissances apprises. Une raison peut être la non prise en compte des connaissances en logique et en théorie des ensembles dans l'enseignement secondaire tunisien.

Ce dernier constat, qui est loin d'être spécifique à la Tunisie, soulève le débat de la nécessité d'intégrer au fil de l'enseignement le langage logique et ensembliste dans l'activité mathématique. Se pose aussi la question des moyens de gestion de l'enseignant pour expliciter des connaissances d'ordre pratique, nécessaires au fonctionnement du savoir mathématique. Le groupe s'interroge de plus sur les modalités à mettre en œuvre dans la classe pour que ces connaissances deviennent disponibles chez les élèves et les étudiants. Ces questions prolongent les discussions précédemment menées dans le groupe.

La communication de Azrou s'inscrit dans la continuité de ces échanges en montrant les difficultés des étudiants algériens sur ces mêmes aspects. Azrou met en évidence un certain nombre de manques dans l'enseignement secondaire et universitaire susceptibles de rendre difficile la réalisation d'exercices de démonstration, notamment dans le cours d'algèbre à l'université. À partir de l'analyse de copies d'étudiants en deuxième année universitaire d'une filière mathématique, Azrou montre qu'à ce niveau d'enseignement, la réalisation de preuves reste problématique et que les faiblesses des connaissances en logique et en théorie des ensembles pourraient en constituer la principale cause. Le groupe s'est par ailleurs interrogé sur le rôle qu'a la façon de présenter les problèmes, de les formuler, notamment au regard du formalisme adopté : l'enseignant doit-il ou non expliciter telle ou telle quantification, le statut de telle ou telle variable, selon qu'il s'agisse de parcourir un ensemble, de fixer un élément quelconque dans cet exemple, d'expliciter ou non le caractère générique de cet élément fixé, de considérer un paramètre pour une sous-question du problème ou pour la totalité du problème (paramètre local versus paramètre global), etc. ? L'enseignant peut-il ou doit-il chercher à clarifier ces aspects dans sa rédaction ? Ou la capacité de l'étudiant à prendre en charge de lui-même cette clarification ne fait-elle pas partie des compétences qu'il a à acquérir ?

IV. UN POINT DE VUE THEORIQUE ET INSTITUTIONNEL

Le groupe se penche ici sur des aspects plus théoriques et institutionnels des transitions à partir des deux dernières communications. Ces aspects concernent le niveau d'abstraction et le degré de formalisme associé dans les cours théoriques, ainsi que les apports du travail du mathématicien chercheur dans l'enseignement des mathématiques au niveau universitaire.

Dans sa communication, Mili présente une typologie des difficultés rencontrées par les étudiants dans l'apprentissage de l'algèbre abstraite, plus précisément en théorie des corps.

Pour ce faire, il s'appuie sur une situation extraite d'une séquence didactique proposée à des étudiants québécois de niveau collégial (Cégep), ainsi que sur des entretiens avec des étudiants qui s'expriment sur leurs difficultés lors de l'expérimentation. Un premier obstacle à franchir dans la situation réside dans la lecture de l'énoncé. Celui-là tient au *niveau d'abstraction.* Les entretiens montrent en effet le malaise des étudiants qui ne parviennent pas à rattacher l'énoncé à une forme quelconque de réalité. Une autre difficulté repérée par Mili tient à ce que la situation proposée nécessite de *recourir aux définitions*. Il note que l'usage des définitions dans le langage courant présente des différences avec l'usage qui en est fait en mathématiques. Alors que dans le premier, les définitions ont un caractère limitatif et abréviatif, elles apparaissent dans le second comme une aide pour identifier et manipuler des caractéristiques universelles des objets. *L'absence de représentation graphique* s'est également érigée en obstacle dans l'expérimentation. Dans le domaine de l'algèbre abstraite, en effet, les conversions entre les différents registres de représentations sémiotiques (au sens de Duval 1995) semblent ne s'effectuer qu'entre celui de la langue naturelle et le registre symbolique, ce dernier étant source de nombreuses difficultés reconnues chez les étudiants. Enfin, la phase de validation de l'exercice proposé aux étudiants, qui nécessite de *produire une démonstration*, a elle aussi engendré beaucoup de difficultés. Comme pour les présentations de Azrou et de Guedamsi-Chellougui, le groupe a discuté de certaines des modalités didactiques du problème soumis aux étudiants, sans parvenir ici non plus à des conclusions nettes : aurait-on pu poser le problème pour un corps, isomorphe ou non au corps proposé, dans lequel les éléments — leurs noms, les symboles associés — et les opérations en cause auraient créé moins d'interférences avec ceux de l'arithmétique usuelle ? Aurait-on pu traiter d'un problème analogue pour des groupes avant de le faire pour des corps ? Poser le problème pour un corps moins « réduit », par exemple $\mathbb{Z}_5$ plutôt que $\mathbb{Z}_2$, aurait-il permis une meilleure prise sur le problème par les étudiants ? Etc.

La dernière communication a permis d'orienter les discussions vers un aspect encore peu exploré dans les précédents groupes sur l'enseignement postsecondaire des colloques EMF. Winsløw se penche en effet sur le travail de l'enseignant chercheur en mathématiques et sur son influence dans l'enseignement universitaire. Il aborde ce questionnement à partir des notions d'*étude* et de *recherche*. Les définitions de ces termes proposées par Winslow s'appuient sur les rapports qu'elles entretiennent avec les savoirs mathématiques. Ces rapports sont étudiés à partir de deux objets introduits par Chevallard (2007) qui sont les *médias*, caractérisés par une intention (d'informer, de représenter,…) et les *milieux*, caractérisés par l'absence d'intention. Ainsi la *recherche* apparaît comme « chercher un savoir dans un milieu » et l'*étude* est définie par « chercher un savoir dans des médias ». Winsløw se demande ensuite quelles sont les possibilités, les avantages et les contraintes, pour les étudiants, de participer au travail du mathématicien ou à des activités similaires. Sa présentation a donné l'exemple d'un dispositif qui prend la forme de *projets thématiques*, dans lesquels le travail à accomplir par les étudiants se rapproche de celui du chercheur-mathématicien. Ces projets, soumis à des étudiants en première et deuxième années de licence au Danemark, proposent des problèmes liés à la théorie du cours. Ils nécessitent de la part des étudiants une activité de *recherche*, mais également une activité d'*étude* qui s'effectue dans des *médias* qui ne sont pas nécessairement ceux proposés par le cours. Winsløw soulève d'ailleurs cette question, qui semble être spécifique de l'enseignement des mathématiques : pourquoi celui-ci disqualifie-t-il presque systématiquement l'activité d'*étude* — hormis celle qui se fait dans les *médias* imposés par le cours — de l'étudiant en résolution de problème jusqu'à un niveau relativement avancé ? Ou autrement dit, pourquoi l'étudiant doit-il attendre son travail de thèse (à la maîtrise ou au doctorat) avant d'être autorisé à chercher de lui-même des solutions dans les écrits déjà existants ? Le travail d'*étude* serait-il négligé par l'enseignement des mathématiques avant le supérieur avancé ?

V. CONCLUSION

Nous remercions les présentateurs et les autres participants au GT7. Les nombreux échanges ont été riches et se sont déroulés dans une excellente ambiance. Nous avons noté la convergence des prises de position chez l'ensemble des participants, permettant aussi à chacun d'exprimer ses idées. Nous notons que trois thématiques ont constamment émergé des présentations et des discussions. Celles-ci concluent ce compte-rendu.

- Les exemples de contenus spécifiques enseignés dans le supérieur issus des présentations ont tous montré des difficultés récurrentes en matière de formalisme. Le groupe a soulevé la nécessité de mieux spécifier ce que recouvre le « formalisme », en particulier le rôle du registre symbolique dans la formalisation des notions enseignées. Le groupe s'accorde aussi sur l'importance d'un travail sémantique sur les notions enseignées, aussi bien dans le secondaire que dans le supérieur, à mener en parallèle avec un travail syntaxique.
- Quelques pistes de remédiation sont apparues pour prendre en charge les difficultés des étudiants en logique et en théorie des ensembles, telles que des propositions d'ingénieries, intégrant du « méta » pour certaines, et les Situations de Recherche pour la Classe (SiRC, voir par exemple Grenier, 2006). Ces dernières semblent également permettre de travailler sur le développement d'aptitudes plus « transversales » aux mathématiques. Le groupe est d'avis que les langages logique et ensembliste pourraient déjà être pris en compte, d'une certaine manière, dans l'enseignement secondaire, et que la formation des maîtres à ce niveau doit en tous cas très certainement les sensibiliser à ces questions. Nous autres formateurs avons donc un rôle à jouer à cet égard.
- Le rôle de l'enseignant et ce qu'il devrait expliciter ou non dans ses cours a été largement discuté, en particulier le rôle du discursif et celui des commentaires méta-mathématiques. Toutefois, les présentations ont peu ou pas abordé les pratiques enseignantes. Nous espérons que cette composante « enseignant », surtout dans l'enseignement supérieur, pourra davantage être étudiée à EMF 2015.

En conclusion, le groupe sur l'enseignement des mathématiques aux niveau post-secondaire et supérieur a poursuivi son travail dans la continuité des précédents colloques tout en précisant les questions liées aux transitions, en leur apportant certaines pistes de réponses et en ouvrant la voie à de nouveaux questionnements, qui pourront être abordés dans les colloques à venir.

REFERENCES

Azrou N., Tanguay D., Vandebrouck F. (2009) Bilan des travaux et discussions du Groupe de Travail 7 : Enseignement des mathématiques aux niveaux postsecondaire et supérieur. In Kuzniak A., Sokhna M. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et développement, enjeux de société et de formation. Actes du colloque EMF2009. Revue internationale Francophone*, numéro spécial. http://fastef.ucad.sn/EMF2009/colloque_math.html

Bloch I., Kientega G., Tanguay D. (2006) Synthèse du Thème 6 : Transition secondaire / postsecondaire et enseignement des mathématiques dans le postsecondaire. In Bednarz N., Mary C. (Eds) *Actes du Colloque EMF2006, Université de Sherbrooke (Québec),* mai 2006.

Brousseau G. (1998) *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Chevallard Y. (2007) Un concept en émergence : la dialectique des médias et des milieux. In Gueudet G., Matheron Y. (Eds) (pp. 344-366) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques, année 2007*. Paris : ARDM et IREM de Paris 7.

Chevallard Y. (1989) Le concept du rapport au savoir. Rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel. *Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique*, 211-235. LSD-IMAG, Grenoble.

Duval R. (1995) *Sémiosis et pensée humaine : registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Berne : Peter Lang.

Grenier, D. (2006) Des problèmes de recherche pour l'apprentissage de la modélisation et de la preuve en mathématique. *Actes du colloque de l'Association Mathématique du Québec* (AMQ), Sherbrooke (Québec).

Robert A. (1998) Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques* 18 (2), 139-190.

CONTRIBUTIONS AU GT7

AZROU N. – Difficultés d'étudiants universitaires débutant avec la preuve.

BRIDOUX S. – Notions de topologie : élaboration de leviers didactiques à intégrer dans un enseignement pour favoriser les apprentissages des étudiants.

DE VLEESCHOUWER M. – Un méta-langage pour aider à la transition secondaire-université.

GHEDAMSI I., CHELLOUGUI F. – Antiphérèse de $\sqrt{2}$: introduction d'une dimension a-didactique dans l'enseignement de l'analyse à l'université.

GRENIER D. – La récurrence : concept mathématique et principe de preuve.

MILI I. – Identification d'obstacles inhérents à l'apprentissage de l'algèbre abstraite. Présentation d'un cadre théorique.

NAJAR R. – L'obstacle du formalisme au début du supérieur.

WINSLØW C. – Recherche et étude en mathématiques supérieures.