



TITRE: ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU POST-SECONDAIRE, AU SUPÉRIEUR ET DANS LES FILIÈRES PROFESSIONNELLES

AUTEURS: GIBEL PATRICK ET BERGE ANALIA

PUBLICATION: ACTES DU HUITIÈME COLLOQUE DE L'ESPACE MATHÉMATIQUE FRANCOPHONE – EMF 2022

DIRECTEUR: ADOLPHE COSSI ADIHOUE, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE (CANADA/BÉNIN) AVEC L'APPUI DES MEMBRES DU COMITÉ SCIENTIFIQUE ET DES RESPONSABLES DES GROUPES DE TRAVAIL ET PROJETS SPÉCIAUX

ÉDITEUR: LES ÉDITIONS DE L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

ANNÉE: 2023

PAGES: 542 - 550

ISBN: 978-2-7622-0366-0

URI:

DOI:

Présentation et Bilan du Groupe de travail n° 6

Enseignement des mathématiques au post-secondaire, au supérieur et dans les filières professionnelles

Responsables du GT6
GIBEL¹ Patrick et BERGE² Analia
Correspondante Comité Scientifique :
CHERIKH³ Ouahiba

Le groupe de travail n°6, désigné par GT6 dans la suite de cet écrit, porte sur l'enseignement des mathématiques au post-secondaire, au supérieur et dans les filières professionnelles. Nous avons été surpris de ne pas recevoir de propositions inhérentes aux mathématiques dans les filières professionnelles, nous souhaitons vivement que, lors du prochain colloque Espace mathématique Francophone, cette composante donne lieu à plusieurs propositions de communications.

En tant que responsables du GT6, nous avons reçu au total six propositions de communications relatives à l'enseignement des mathématiques dans l'enseignement supérieur. Ce nombre de propositions est relativement faible ; cette période de sortie de la crise sanitaire (COVID) semble avoir créé de réelles incertitudes quant à la forme de cette manifestation scientifique et rendu difficile le déplacement de certains collègues. De ce fait, deux communicants n'ont hélas pas pu participer au colloque ; quatre textes portant sur les enseignements mathématiques, durant les trois premières années universitaires, ont été présentés et discutés par l'ensemble des participants au GT6, ce dernier ayant réuni au total 16 participants. La dernière séance de bilan a permis de discuter plus globalement des préoccupations et des perspectives communes aux participants concernant l'enseignement des mathématiques au supérieur.

Thématiques abordées dans le Groupe de Travail

Les questions liées à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques au postsecondaire, au supérieur et dans les filières professionnelles, concernent tant les interrogations autour des pratiques d'enseignement à ces niveaux que les enjeux liés aux mathématiques de plus en plus sophistiquées qui requièrent la pratique du raisonnement et l'usage d'un formalisme accru. Dans un sens large, les

1. Laboratoire Lab-E3D, Université de Bordeaux, France, patrick.gibel@u-bordeaux.fr

2. Université du Québec à Rimouski (UQAR), Canada, analia_berge@uqar.ca

3. Université des sciences et de la technologie Houari-Boumédiène USTHB, Algérie, ouahiba_cherikh@yahoo.fr

difficultés liées à la transition entre niveaux d'enseignement sont aussi concernées notamment en lien avec la formation et l'encadrement d'étudiants de la première année dans une nouvelle institution.

La question de l'enseignement au post-secondaire et l'université dans les précédents colloques EMF

Les activités du GT6 ont été organisées dans la continuité des précédents groupes de travail sur l'enseignement des mathématiques aux niveaux post-secondaire et universitaire lors des colloques EMF à Genève (2012-GT7), à Alger (2015-GT7) et à Gennevilliers (2018-GT5), on a aussi repris des éléments des projets spéciaux en transitions en ce qui touche à la transition secondaire-post-secondaire (2015-Spé3).

Les activités du GT6 sont organisées dans la continuité des précédents groupes de travail sur l'enseignement des mathématiques aux niveaux post-secondaire et universitaire lors des colloques EMF à Genève (2012-GT7), à Alger (2015-GT7) et à Gennevilliers (2018-GT5).

Les questionnements relatifs à notre Groupe de Travail

La thématique du huitième colloque EMF vise notamment à interroger « en quoi les contextes scientifiques et technologiques ne cessent d'avoir des effets sur l'activité mathématique ? ». Elle met en lumière que « l'utilisation grandissante du numérique et de l'intelligence artificielle dans différents domaines de l'activité humaine n'est pas sans conséquence sur la définition ou la redéfinition même de l'activité mathématique, dans les laboratoires de recherche mais aussi dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques en classe. »

Nous avons porté une attention particulière aux recherches permettant d'approfondir les organisations mathématiques dans ces niveaux et leurs conséquences sur l'apprentissage. Nous avons pris pour objet(s) d'étude(s) :

- Les difficultés liées à la transition dans un sens large : transition entre des niveaux d'enseignement (Gueudet et al., 2016), transition entre des domaines mathématiques, rôle et usage de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques ;
- Les difficultés liées aux pratiques des enseignants, par exemple le fait qu'elles prennent en partie pour référence les pratiques « expertes » des mathématiciens professionnels ;
- Les difficultés liées à la pratique du raisonnement (Bloch et Gibel, 2019), au formalisme notamment à l'usage des symboles, rencontrées depuis les premières années du secondaire et dans le supérieur ;

Ces différents axes de recherche se particularisent lorsque nous pensons aux différents types de formations offertes dans l'enseignement supérieur. Ainsi, avons invité les participants à proposer des articles qui s'inscrivent dans les axes précédents, ou sur les sujets suivants, dont la liste n'est pas exhaustive :

- Les recherches portant sur la conception d'ingénieries didactiques et la mise en œuvre de dispositifs pédagogiques innovants (Bloch et Gibel, 2020) expérimentés en vue de permettre aux étudiants de dépasser certaines difficultés et certains obstacles épistémologiques et didactiques (Brousseau, 1998). Les recherches peuvent conduire à l'étude des enjeux didactiques de leur implémentation effective et durable ainsi qu'à analyser leurs effets sur l'épistémologie de l'enseignant et l'évolution des pratiques enseignantes.
- Les collaborations effectives entre mathématiciens et didacticiens des mathématiques (Bloch et Gibel, 2022).

Pour aborder ces thèmes, et d'autres liés à l'enseignement-apprentissage des mathématiques aux niveaux post-secondaire, supérieur et dans les filières professionnelles, nous avons invité les enseignants de mathématiques au lycée et à l'université, les personnes voulant s'initier à la recherche en didactique des mathématiques et les chercheurs expérimentés dans ces niveaux d'enseignement, à participer à ce groupe de travail.

Les contributions au Groupe de Travail 6

La variété des contributions au GT6

Notre groupe de travail a reçu 6 contributions concernant l'enseignement des mathématiques universitaires, que ce soit dans le cadre de la première année d'études, dans les années subséquentes ou dans le cadre de la formation d'enseignants. Les contributions sont synthétisées, par ordre alphabétique des auteurs, dans le tableau 1.

	Auteurs	Contexte	Thème mathématique	Mots descriptifs
1.	Akrouti, I.	Première année universitaire	Analyse – calcul intégral	Étude exploratoire.
2.	Battie, V.	Première année universitaire	Raisonnement par l'absurde	Analyses personnelles et institutionnelle.
3.	Bergé, A, Tanguay, D et Barallobres, G.	Formation à l'enseignement- 3 ^e année universitaire	Analyse – nombres réels	Exploration en laboratoire.
4.	El M'Hamedi, Z.	Non spécifié	Test statistiques	Revue bibliographique
5.	Gibel, P. et Bloch, I.	Première année universitaire	Analyse	Expérimentation en classe dans le contexte d'une Unité d'Enseignement
6	Tchonang, P., Ambono, N. et Njomgang, J.	Entrée à l'université	Géométrie	Expérimentation en classe

Tableau 1 – Contributions au GT 6

Les contributions 2, 3, 5 et 6 ont été présentées lors des différentes sessions de notre groupe de travail par un ou plusieurs de leurs auteur-e-s durant 45 minutes et ont ensuite donné lieu à des discussions et des débats auxquels l'ensemble des participants au groupe de travail ont pris part.

Les contributions présentées lors des différentes sessions du GT6

Véronique Battie étudie les questions d'enseignement et d'apprentissage relatives à la preuve et au raisonnement en exploitant de façon privilégiée les spécificités et potentialités de l'arithmétique. Pour outiller épistémologiquement les analyses réalisées, tant *a priori* qu'*a posteriori* elle distingue dans le raisonnement deux dimensions complémentaires et en interaction : la dimension organisatrice et la dimension opératoire. La dimension organisatrice s'identifie au raisonnement global qui traduit la mise en acte d'une visée. La dimension opératoire quant à elle est relative à tout ce qui relève des manipulations de calcul (au sens le plus large) opérées sur les objets en jeu et qui permettent la mise en œuvre des différentes étapes du raisonnement global suivi (dimension organisatrice). Après avoir étudié l'institutionnalisation du raisonnement par l'absurde dans différents cours magistraux (CM), Véronique Battie étudie sa mise en œuvre par les étudiants via l'analyse d'une soixantaine de copies issues d'une évaluation au sein du parcours aménagé. Les principales questions auquel le texte de Battie s'efforce d'apporter des éléments de réponses sont : Comment le raisonnement par l'absurde est-il institutionnalisé à l'entrée à l'Université et quelles difficultés sont rencontrées par les étudiants lors de sa mise en œuvre ? C'est à ces questions que nous tentons d'apporter des éléments de réponse tant en appui sur nos recherches en didactique des mathématiques qu'en écho à notre pratique enseignante.

Situé dans le champ de la didactique de l'analyse, le texte de Bergé, Tanguay et Barallobres concerne la problématisation de la distinction entre les ensembles R et Q . Lors de leur présentation, les auteurs ont précisé qu'ils ne cherchaient pas à mettre en évidence cette distinction en termes d'éléments appartenant à R et non à Q (ce que les étudiants savent déjà !) mais plutôt en termes d'une propriété que R possède et que Q ne possède pas. Les étudiants ciblés étaient ceux en études avancées en mathématiques ou en formation à l'enseignement au secondaire. Les auteurs ont proposé à deux étudiants, en laboratoire, une séquence d'enseignement et d'apprentissage dans laquelle ils ont cherché à 1) installer qu'en Analyse il est nécessaire de travailler dans un domaine numérique dans lequel la convergence de chaque paire de suites adjointes soit assurée, 2) faire construire aux étudiants une paire de suites adjointes rationnelles non convergentes et 3) faire conclure aux étudiants qu'une telle propriété n'est pas valable en Q . Lors de la présentation au GT6, les auteurs ont mentionné que l'analyse des productions et échanges entre les étudiants et entre les étudiants et les chercheurs, a montré que la condition de rester en Q pour accomplir le travail est perçue comme artificielle et est mal comprise par les étudiants, qui n'auraient pas saisi qu'il s'agissait de distinguer les corps Q et R sans l'intervention des chercheurs. Les échanges entre les participants au GT 6 ont renforcé l'idée que les interventions des enseignants ont un rôle crucial à jouer et que ces interventions s'avèrent significatives si elles sont appuyées sur un travail déjà accompli par les étudiants. Les participants étaient tous d'accord sur le fait que le cours magistral est la modalité souvent privilégiée dans les études universitaires et postsecondaires en général. Une discussion sur la place de l'exposé magistral en classe universitaire et sur l'autonomie des étudiants a eu lieu lors des échanges en groupe de travail.

L'article de Gibel et Bloch présente un dispositif pédagogique innovant, mis en place à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour de septembre 2018 à juin 2021, afin d'aider les étudiants de première année de Licence de mathématiques et de licence (MIASHS Mathématiques et Informatiques appliquées aux sciences humaines et sociales) à surmonter les difficultés d'adaptation aux mathématiques du niveau supérieur, et à s'impliquer dans la recherche de problèmes mathématiques. Les auteurs présentent les spécificités de ce projet innovant ainsi que le contrat didactique qui lie les enseignants du département mathématiques et les étudiants de première année de Licence. Gibel et Bloch explicitent les conditions réunies afin de permettre sa mise en œuvre et nous justifions en quoi ce projet a permis de rendre accessible aux étudiants les attendus des enseignants inhérents à la pratique des mathématiques à l'Université, limitant ainsi le fossé existant entre les mathématiques du secondaire et celles du Supérieur. Les auteurs détaillent *également* une situation mathématique sur l'étude de deux fonctions (associées à deux variables distinctes) visant à étudier l'évolution d'une même grandeur, en proposant une analyse a priori détaillée permettant de justifier son intérêt pour l'apprentissage du concept de fonction. Le dispositif aide à questionner le sens des concepts et donc à s'insérer dans la logique mathématique de niveau supérieur.

Suivant le modèle de Vinner : *concept-image*, *concept-définition*, les auteurs Tchonang, Ambomo et Njomgang s'intéressent à la construction de définitions géométriques par des étudiants. Dans le texte présenté au GT6, il a été question de la définition de congruence de triangles. Les auteurs mènent une étude auprès de 60 étudiants, tous bacheliers, qui se préparent pour affronter les concours des grandes écoles scientifiques. Les auteurs analysent des discussions des étudiants en binômes et ils concluent que les étudiants « surinterprètent » *les dessins géométriques et confondent la figure géométrique et le dessin*. Les participants du GT 6 ont posé des questions sur la méthodologie utilisée pour compléter cette recherche et sur les difficultés rencontrées par les étudiants.

Discussions au sein du groupe avec l'ensemble des participants

La discussion entre co-responsables du GT6 en vue de favoriser les interactions entre participants (enseignants, enseignants-chercheurs, formateurs, inspecteurs, etc) a débouché sur une idée originale : nommer réacteur principal et réacteur secondaire des participants du GT6 pour impulser les échanges et le questionnement des présentateurs en vue d'introduire la discussion, le débat. Nous avons souhaité créer une communauté dans laquelle chacun puisse trouver sa place et interroger l'enjeu et la pertinence de la recherche présentée, mais également questionner la possibilité de transposer et éventuellement d'adapter le questionnement et le dispositif de recherche à un environnement culturel différent. Le nombre assez restreint de participants (11 participants) au GT6 a permis ce fonctionnement « privilégié ». Les échanges, nourris par des communication variées et consistantes, ont donné lieu à des sessions vivantes auxquelles les participants – communicants et non communicants – ont, semble-t-il trouvé leur place et ont apporté une véritable dynamique dans les échanges.

Nous souhaitons expliciter les principaux thèmes qui ont été objets de discussions et de débats lors des différentes sessions et lors du bilan global effectué lors de la dernière séance de travail :

- L'adéquation du cadre ou de l'outillage théorique à la mise en œuvre de la recherche ;
- La pertinence de la méthodologie utilisée pour conduire la recherche ;
- Les questionnements relatifs à des possibles transferts de la question de recherche à d'autres institutions, dans d'autres pays ;
- Le traitement des résultats obtenus et leurs interprétations selon les curricula des différents pays ;
- Les ressemblances et les différences dans les programmes de formation à l'enseignement en mathématiques au secondaire.

Perspectives

Les principales perspectives de notre groupe de travail visent à développer davantage la vulgarisation et la diffusion des travaux de recherche en didactique des mathématiques

- auprès des enseignants du secondaire et du supérieur
- auprès du GREMA, Groupe de Recherche en Enseignement des Mathématiques en Afrique.

Nous souhaitons également réfléchir aux différentes possibilités de développer davantage de projets de collaboration Nord-Sud à propos de l'enseignement supérieur.

Références

- Artigue, M. (2004). Le défi de la transition secondaire-supérieur. Que peuvent nous apporter les recherches en didactique des mathématiques. *Actes du premier congrès franco-canadien de sciences mathématiques*, Toulouse.
- Artigue, M., Batanero, C., & Kent, P. (2007). Mathematics thinking and learning at post- secondary level. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning : a project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 1011-1049). Charlotte, NC: Information Age Pub.
- Bloch, I., Gibel, P. (2022). Situations de recherche pour l'accès aux concepts mathématiques à l'entrée à l'université. *Revue EpiDEMES, Épijournal de Didactique et Epistémologie des Mathématiques pour l'Enseignement Supérieur*. Numéro spécial.
- Bloch, I., Gibel, P. (2020). Analyse des effets d'un dispositif pédagogique innovant sur l'évolution des représentations des étudiants en première année de Licence de mathématiques. In (Eds.), *Third Conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics (INDRUM 2020, 12 Septembre-19 septembre)*: Université de Carthage, University of Montpellier and INDRUM. Virtual colloque on cyberspace.
- Bloch, I., Gibel, P. (2019). A model to analyze the complexity of calculus knowledge at the beginning of University course – presentation and examples, *Annales de didactique et de sciences cognitives*. 24, 183-205.
- Brousseau, G. (1998). La théorie des situations didactiques. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- González-Martín A.S., Bridoux S., Ghedamsi I., Grenier-Boley N. (2015). Enseignement des mathématiques aux niveaux post-secondaire et supérieur - Compte-rendu du Groupe de Travail n°7. In Theis L. (Ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage – Actes du colloque EMF2015 – GT7* (pp. 640-649). Alger, Algérie: Université d'Alger.
- Gueudet, G. (2017). University Teachers' Resources Systems and Documents. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education* 3(1), 198-224.
- Gueudet, G., Bosch, M., di Sessa, A., Kwon, O.-N., Verschaffel (2016). *Transitions in mathematics education*. ICME13 Topical survey series. New York, NY: Springer.
- Winsløw, C., Matheron, Y., & Mercier, A. (2013). Study and research courses as an epistemological model for didactics. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 267- 284. doi: 10.1007/s10649-012-9453-3.