

BILAN DU GROUPE DE TRAVAIL 6

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

| GONZÁLEZ-MARTÍN* ALEJANDRO S., PLANCHON** GAËTAN ET BRIDOUX*** STÉPHANIE

I. PRÉSENTATION

Le thème du colloque EMF 2025 soulève la question, pour le GT6, des enjeux pour l'enseignement-apprentissage des mathématiques aux niveaux post-secondaire, supérieur et dans les filières professionnelles dans un monde « en accélération ». Cette accélération est particulièrement présente à ces niveaux d'enseignement. Par exemple, après la pandémie qui a démarré en 2020, nous avons assisté à une utilisation accrue des technologies dans l'enseignement des mathématiques dont l'impact mérite aujourd'hui d'être étudié (p.ex., Winsløw et al., 2023). Les questions liées à la formation sont elles aussi de plus en plus vives, que ce soit pour interroger les contenus enseignés aux étudiants débutants (Barquero et al., 2011) ou sur la présence de cours universitaires de mathématiques dans la formation des futurs enseignants (Wasserman, 2018) ou encore sur les compétences à développer chez des étudiants non-spécialistes en mathématiques (Quéré, 2019).

Ces enjeux liés au thème du colloque s'inscrivent dans la continuité des travaux sur l'enseignement des mathématiques aux niveaux post-secondaires menés lors des précédents colloques EMF : EMF 2015 (González-Martín et al., 2015), EMF 2018 (González-Martín et al., 2019) et EMF 2022 (Gibel et al., 2025). Notre appel à contributions a ainsi suggéré que les propositions d'articles s'inscrivent dans les axes suivants :

- L'étude de l'identité professionnelle des enseignants-chercheurs en mathématiques au supérieur, ainsi que l'influence de leurs pratiques de recherche dans leurs pratiques enseignantes.
- L'expérimentation d'approches innovantes pour l'enseignement des mathématiques au niveau post-secondaire, ainsi que l'étude des enjeux ou obstacles de leur implémentation effective et durable.
- Le rôle des technologies ou d'autres ressources dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques au supérieur, en particulier pendant la pandémie de covid avec la contrainte des enseignements à distance.
- La formation en mathématiques des enseignants du secondaire.
- La formation et les pratiques des enseignants du post-secondaire.
- Les pratiques évaluatives au supérieur.
- La collaboration entre mathématiciens et didacticiens, ainsi qu'entre didacticiens et experts d'autres domaines professionnels.

* Coresponsable du groupe de travail 6 – Département de Didactique – Université de Montréal – Canada – a.gonzalez-martin@umontreal.ca

** Coresponsable du groupe de travail 6 – Université de Montpellier – France – gaetan.planchon@umontpellier.fr

*** Correspondante du comité scientifique – Université de Mons – Belgique – stephanie.bridoux@umons.ac.be

Durant le colloque, 9 articles et 3 posters ont été présentés dans le GT6. Les présentations ont été organisées autour des quatre thèmes suivants, en lien avec les axes de travail que nous avons précédemment identifiés :

- Thème 1 : la formation mathématique des enseignants du secondaire (3 articles) ;
- Thème 2 : la formation et les pratiques des enseignants au post-secondaire (2 articles) ;
- Thème 3 : les pratiques des enseignants, les ressources et les liens avec d'autres disciplines (2 articles et 1 poster) ;
- Thème 4 (2 articles et 2 posters) : l'apprentissage de contenus spécifiques et l'utilisation des technologies.

Dans ce qui suit, nous présentons une synthèse des travaux présentés dans chaque thème et nous rendons également compte des discussions menées dans le GT6.

II. TRAVAUX PRÉSENTÉS DANS LE GROUPE

Le GT6 a réuni 17 participants au travers d'une communauté variée de chercheurs, formateurs et enseignants, issus de contextes institutionnels et culturels divers. Cette diversité se reflète dans la pluralité des approches théoriques mobilisées et dans la variété des objets étudiés, allant des contenus mathématiques à enseigner aux dispositifs de formation et à la formation des enseignants. Les échanges ont mis en évidence la vitalité du champ, mais aussi certaines tensions et déséquilibres persistants dans les thématiques abordées. Dans ce qui suit, nous synthétisons les présentations se trouvant dans ces actes.

1. *Thème 1 : la formation mathématique des enseignants du secondaire*

La formation mathématique des enseignants, sa pertinence et la mise en place de dispositifs pour établir des liens avec les contenus à enseigner ont été au cœur des trois articles présentés dans ce thème. **Rolland** s'intéresse à la formation en théorie des groupes des futurs enseignants, montrant des difficultés chez ces derniers qui peuvent limiter leur capacité à enrichir leur pratique d'enseignement. **Morcos et González-Martín** analysent des manuels universitaires et du secondaire en ce qui concerne la combinatoire, montrant la présence d'un ensemble de tâches communes, mais à résoudre avec des techniques très différentes, ainsi que la présence de tâches à chaque niveau n'ayant pas d'équivalent dans l'autre niveau ; ces résultats suggèrent des difficultés importantes chez les enseignants pour établir des liens entre leur formation universitaire en combinatoire et les contenus de combinatoire à couvrir au secondaire. Enfin, **Planchon et Durand-Guerrier** ont mis en place une expérimentation autour de l'équation fonctionnelle de Cauchy, suite à une analyse épistémologique montrant tout le potentiel de l'activité pour rendre visible le rôle de l'ordre en analyse dans différents ensembles de nombres ; les résultats indiquent qu'un travail spécifique autour de la notion de densité, notamment celle de \mathbb{Q} dans \mathbb{R} , ainsi qu'un renfort sur la notion de monotonie en lien avec la relation d'ordre, est à mener dans les cursus de licence de mathématiques.

2. *Thème 2 : la formation et les pratiques des enseignants au post-secondaire*

Deux articles se sont intéressés de près à ces enjeux. Dans le cas de l'enseignement des équations différentielles, **Bridoux et Grenier-Boley** étudient les liens entre les pratiques d'un enseignant universitaire et la perception de ces pratiques chez ses étudiants ; les résultats montrent que, malgré les bonnes intentions de l'enseignant, l'importance donnée aux spécificités épistémologiques et son souci de rigueur font en sorte que ses pratiques restent loin de la réalité des étudiants. En contraposition à

ces résultats, **Bridoux** présente un dispositif de formation initiale des enseignants du secondaire ; en dépit des tensions identifiées par les participants dans l'exercice du métier, ils semblent disposer d'outils appropriés pour amener leurs élèves à donner du sens aux contenus enseignés, sans négliger les aspects plus opératoires. La question de si de telles formations seraient possibles pour les enseignants universitaires émerge à travers ces deux présentations.

3. Thème 3 : les pratiques des enseignants, les ressources et les liens avec d'autres disciplines

Deux articles (Grenier-Boley et Bridoux, Hitier et González-Martín) et un poster (Kouassi) ont été groupés dans ce thème, s'intéressant à d'autres éléments en lien avec les pratiques des enseignants. **Grenier-Boley et Bridoux** s'intéressent aux limites des fonctions et leur présentation dans un cours magistral et dans des manuels ; en s'appuyant sur l'outil des proximités discursives, leurs analyses montrent plusieurs modes d'introduction de la définition de limite de fonction, avec une qualité variable qui peut favoriser ou contraindre la présentation de ce contenu. Pour leur part, **Hitier et González-Martín** analysent des manuels de calcul et de mécanique au niveau préuniversitaire (*collégial* au Québec) pour identifier des praxéologies assez différentes autour de la dérivée dans les deux cours ; des entretiens avec des enseignants de ces deux cours révèlent que leurs praxéologies sont similaires à celles des manuels, ce qui peut avoir comme conséquence que les étudiants compartimentent les praxéologies et s'adaptent aux pratiques à l'intérieur de chacun des cours. Enfin, **Kouassi** présente les premières étapes d'un projet de recherche visant à étudier l'utilisation de l'intégrale en ingénierie électrique.

4. Thème 4 : l'apprentissage de contenus spécifiques et l'utilisation des technologies

Deux articles (Sisco et Ouvrier-Buffet ; Train et Coulange) et un poster (Ouvrier-Buffet et De Vleeschouwer) se trouvent dans ces actes en lien avec ce thème. Travaillant avec des futurs enseignants, en première année de master, **Train et Coulange** s'intéressent à leur utilisation du registre graphique des fonctions ; leurs résultats montrent, entre autres, la persistance de difficultés à considérer le registre graphique comme support d'une analyse locale des fonctions. **Ouvrier-Buffet et De Vleeschouwer** analysent les résultats d'un questionnaire sur la preuve distribué en France et en Belgique ; des difficultés récurrentes identifiées dans la littérature sont observées, ainsi que différentes conceptualisations de la preuve et son rôle. Enfin, **Sisco et Ouvrier-Buffet** analysent l'évolution des conceptions des étudiants universitaires sur la preuve après des séances mobilisant des assistants de preuve ; leurs résultats indiquent que ces assistants permettent l'évolution de la formalisation des énoncés en langue naturelle, mais que cette évolution n'est pas corrélée à une meilleure compréhension des objets mathématiques en jeu.

5. Aspects saillants de nos discussions à partir des présentations dans le groupe

Nous observons que, parmi les thèmes dominants, l'analyse et le calculus occupent encore une place prépondérante dans les recherches présentées. Cette centralité, déjà observée lors des précédentes éditions, s'explique en partie par le poids historique de ces contenus dans les curricula universitaires et par leur rôle structurant dans la formation des enseignants. Toutefois, d'autres domaines, tels que la géométrie, les mathématiques discrètes et le dénombrement, sont également présents. Ces travaux ouvrent des perspectives intéressantes, notamment en ce qui concerne la prise en compte des spécificités épistémologiques de ces domaines et leurs implications pour l'enseignement.

Les différentes communications présentées ont également mis en lumière l'importance et la variété des cadres théoriques permettant d'étudier finement les problématiques de l'enseignement des

mathématiques au niveau post-secondaire. On y trouve des cadres plutôt centrés sur les savoirs et d'autres plutôt centrés sur les pratiques ; pris ensemble, ils offrent des outils pertinents pour comprendre les dynamiques d'enseignement-apprentissage dans des contextes variés de l'enseignement supérieur.

Néanmoins, les discussions du GT6 mettent aussi en avant la nécessité de mieux documenter les difficultés rencontrées par les étudiants, en particulier dans les premières années du supérieur. Sur ce point, plusieurs participants ont relevé que les travaux existants restent limités et s'interrogent quant à la stabilité de ces difficultés dans le temps. Un autre axe fort des discussions concerne l'évolution des curricula dans l'enseignement supérieur. Si des questionnements émergent sur la pertinence des contenus proposés et sur leur articulation avec les besoins des étudiants et des futurs enseignants, il apparaît que ces curricula font encore l'objet de peu de réflexions critiques dans la recherche. Cette relative absence interroge, d'autant plus que les transformations institutionnelles (pression pour la réussite, injonctions liées à la satisfaction étudiante, réformes structurelles) exercent une influence croissante sur les pratiques d'enseignement et sur les attentes vis-à-vis des enseignants.

Enfin, la formation des enseignants constitue un thème transversal qui a suscité de nombreuses discussions. D'une part, on note une émergence de travaux qui étudient les pratiques des enseignants du supérieur ce qui conduit à un questionnement sur la formation didactique des enseignants du post-secondaire. Cette dernière apparaît comme une préoccupation croissante, portée par des enjeux institutionnels (pression des universités, attentes en matière de qualité pédagogique, réformes successives en particulier dans le contexte français) et par des mouvements plus larges visant à repenser la professionnalité enseignante. Parallèlement, la formation mathématique des enseignants du secondaire prend de l'ampleur dans les débats, avec, là aussi, une pluralité d'approches théoriques permettant de penser le savoir mathématique des enseignants du secondaire, mais également la prise en compte de la formation mathématique à l'université des futurs enseignants. Les recherches sur leur formation didactique restent encore peu nombreuses. Cette asymétrie interroge, d'autant plus que les deux niveaux sont étroitement liés dans la construction des parcours de formation et dans la continuité des apprentissages.

III. PISTES POUR LA RECHERCHE À VENIR

Pour terminer ce bilan, nous évoquons ici, compte tenu des travaux menés par le GT6 en 2025, quelques pistes à explorer pour le prochain colloque EMF. Comme nous l'avons précédemment expliqué, la formation des enseignants aux niveaux post-secondaires a été largement discutée durant les travaux du GT6. Cette problématique semble soulever des questionnements qui pourraient être abordés dans le futur. Ainsi, alors que les premiers travaux sur la transition entre le secondaire et le supérieur ont émergé dans les années 2000 et font encore l'objet de nouveaux questionnements (p. ex., Biehler et al., 2024), il nous semblerait pertinent de vérifier si les difficultés des étudiants sur des contenus qui ont été beaucoup étudiés, comme l'Analyse par exemple, sont toujours les mêmes aujourd'hui. Ont-elles évolué et si oui, comment ?

Dans les discussions du groupe, nous avons identifié d'autres enjeux et sujets qui méritent plus de recherches. La question de mieux comprendre l'impact des pratiques des enseignants du supérieur sur les apprentissages effectivement réalisés par leurs étudiants mérite elle aussi d'être approfondie et elle soulève par ailleurs la question de la raison d'être des contenus mathématiques actuellement enseignés aux niveaux post-secondaires. Ainsi, dans le questionnement de la raison d'être des contenus, le rôle de la modélisation prend une importance particulière, ainsi que l'étude des pratiques de modélisation chez les enseignants du supérieur et leur appropriation par les étudiants. L'étude des éléments mentionnés dans ce paragraphe pourrait également mener à des recherches en lien avec la rétention

des étudiants, les facteurs qui ont le plus de poids dans leur décision de rester dans un programme, malgré les difficultés dans les cours de mathématiques, ou de quitter leur formation à cause de ces difficultés.

Enfin, l'évolution des pratiques des enseignants du supérieur intervenant dans des programmes spécialisés et orientés vers l'industrie mérite d'être questionnée, tout comme celle des curricula dans ces formations. Dans ce contexte, questionner la relation entre les curricula actuels et le public visé apparaît également comme une perspective à développer dans les prochains travaux du groupe. Par ailleurs, l'émergence des technologies et des intelligences artificielles dans la société, ainsi qu'au niveau de l'enseignement secondaire, interroge leur intégration dans les cursus post-secondaires. Des études portant sur leurs impacts sur les pratiques et les apprentissages au post-secondaire devraient émerger lors du prochain colloque.

RÉFÉRENCES

- Barquero, B., Bosch, M. et Gascón J. (2011). 'Applicationism' as the dominant epistemology at university level. Dans M. Pytlak, T. Rowland et E. Swoboda (dir.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (p. 1938-1948). University of Rzeszów.
- Biehler, R., Durand-Guerrier, V. Trigueros, M. (2024). New trends in didactic research in university mathematics education. *ZDM – Mathematics Education*, 56(7), 1345-1360.
- Gibel, P., Bergé, A. et Cherikh, O. (2024). Présentation et bilan du groupe de travail n° 6. Enseignement des mathématiques au post-secondaire, au supérieur et dans les filières professionnelles. Dans A. C. Adihou (dir.), *Actes du colloque Éspace Mathématique Francophone 2022 (EMF2022)* (p. 543-550). Les Éditions de l'Université de Sherbrooke.
- González-Martín, A. S., Bridoux, S., Ghedamsi, I. et Grenier-Boley, N. (2015). Enseignement des mathématiques aux niveaux post-secondaire et supérieur – Compte-rendu du groupe de travail n° 7. Dans L. Theis (dir.), *Actes du colloque Espace Mathématique Francophone 2015 (EMF2015)* (p. 640-649). Université d'Alger.
- González-Martín, A. S., De Vleeschouwer, M., Ghedamsi, I. et Hausberger, T., (2019). Bilan du groupe de travail n° 5. Mathématiques dans la pluralité des enseignements au supérieur. Dans M. Abboud (dir.), *Actes du colloque EMF2018 « Mathématiques en scène, des ponts entre les disciplines », 22-26 octobre 2018, Gennevilliers, Paris* (p. 513-519). Université Cergy-Pontoise.
- Quéré, P.-V. (2019). *Les mathématiques dans la formation des ingénieurs et sur leur lieu de travail : études et propositions (cas de la France)*. [Thèse doctorale, Université de Bretagne Occidentale].
- Wasserman, N. H. (dir.) (2018). *Connecting abstract algebra to secondary mathematics, for secondary mathematics teachers*. Springer Cham.
- Winslow, C., Bosch, M., González-Martín, A. S. et Huo, R. (2023). Technology in university mathematics education. Dans B. Pepin, G. Gueudet et J. Choppin (dir.), *Handbook of digital resources in mathematics education* (p. 1-27). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95060-6_34-1