

BILAN DU GROUPE DE TRAVAIL 8

LES TECHNOLOGIES POUR L'APPRENTISSAGE, L'ENSEIGNEMENT ET LA FORMATION

| BUTEAU* CHANTAL, NOUHOU** ABDLOUL MASSALABI, SOURY-LAVERGNE*** SOPHIE ET
VANDEBROUCK**** FABRICE

I. INTRODUCTION

Le groupe de travail a été animé par Chantal BUTEAU et Fabrice VANDEBROUCK, Abdoul Massalabi NOUHOU et Sophie SOURY-LAVERGNE n'ayant pas pu participer en présentiel mais ayant assisté et contribué aux débats par un dispositif de visioconférence. Nous avons discuté de neuf communications portant sur le primaire, le secondaire et le post secondaire. Des technologies de diverse nature étaient en jeu dans les communications : des logiciels de programmation (MatLab, Python), des micro monde comme GéoGébra ou Cabri, des exercices et, c'est la nouveauté, une présentation d'usages d'imprimantes 3D, d'usages d'un jeu sérieux (i.e., Minecraft Éducation) et d'usages d'une intelligence artificielle (IA). Les sujets mathématiques étaient variés : la géométrie, les connaissances spatiales, des méthodes numériques en analyse, l'algèbre et la modélisation. Du côté des cadres théoriques mobilisés, les papiers ont réinvesti l'approche instrumentale (genèses instrumentales, double genèses, orchestrations instrumentales), la théorie des situations didactiques (TSD), la théorie de la médiation sémiotique (TSM), la cogmonition, la théorie anthropologique du didactique (TAD) et des éléments de théorie de l'activité en didactique des mathématiques (TADM).

II. SYNTHÈSE DES COMMUNICATIONS SELON QUATRE AXES

Nous présentons maintenant brièvement les neuf communications suivant quatre axes retenus pour organiser les présentations : trois communications axées sur les apprentissages des élèves, trois axées sur les pratiques enseignantes, une communication sur la formation des enseignant·e·s et deux communications axées sur la conception de technologies.

Tout d'abord **Mai Huy et Ouellette** expérimentent des utilisations d'imprimantes 3D en soutien à l'apprentissage de la géométrie dans l'espace au primaire, à travers la fabrication par les élèves de porte-clés avec des contraintes à suivre. Ensuite, **Thibault et al.** expérimentent dans des classes du primaire et du secondaire le jeu sérieux Minecraft Education pour en faire ressortir des avantages pour les apprentissages en algèbre et en géométrie et identifier les défis didactiques à affronter. **Merjane et al.** expérimentent enfin en école d'ingénieurs les apports possibles d'un logiciel de calcul numérique en analyse, dans le but de dévoluer aux étudiants ingénieur le choix des méthodes numériques les mieux adaptées à leurs activités.

* Department of Mathematics and Statistics, Brock University, St.Catharines – Canada – cbuteau@brocku.ca

** Département de didactiques de disciplines, Université Djibo Hamani de Tahoua – Niger – nouhou.abdoulmassalabi@udh.edu.ne

*** Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LIG – France – sophie.soury-lavergne@univ-grenoble-alpes.fr

**** LDAR, Université Paris Cité, F-75013 Paris – France – vandebro@u-paris.fr

Du côté des pratiques enseignantes, **Megherbi** explore des pratiques déclarées sur les usages de logiciels pour les apprentissages de la géométrie à la fin du primaire (élèves de 9 à 11 ans). **Khalloufi-Mouha** étudie l'utilisation dans une classe de seconde (élèves de 15 ans) d'une applique intégrée à Cabri et examine comment cet outil aide le professeur à introduire et institutionnaliser le concept de mesure d'un arc orienté. Enfin **Moussitou** examine les pratiques d'évaluation des productions des élèves en utilisant des outils d'IA dans une approche hybride, combinant expertise humaine et potentialité de l'IA.

La communication de **St Cyr et al.** portait sur l'émergence chez les enseignant·e·s en formation initiale de schèmes professionnels d'usage de programmation informatique. Les deux dernières communications portaient plus directement sur de l'ingénierie de construction de technologies : d'un côté SPAGEO pour l'apprentissage au primaire des connaissances spatiales dans le papier de **Coutat et al.** de l'autre côté MINDMATH pour les apprentissage au premier cycle du secondaire (élèves de 12 à 14 ans) de l'algèbre et de la géométrie à travers le papier de **Grugeon-Allys et al.**

Nous notons plusieurs thèmes non traités pour lesquels nous avons sollicité des contributions lors de l'appel : l'accompagnement et la compensation du handicap, les modalités et co-modalités d'enseignement hybride, ou à distance ou encore l'étude des contextes d'organisation des recherches et leur impact sur les résultats. Ces thèmes donnent lieu à des travaux au-delà de la communauté EMF et pourraient donc être repris pour le prochain colloque.

III. DISCUSSION ET OUVERTURES

Lors de la dernière session de notre groupe de travail, nous nous sommes divisés en petits groupes pour réfléchir et discuter sur différents axes, préparés par les responsables de groupe, incluant la formulation de questions pertinentes qui gagneraient à être approfondies. Dans cette section, nous relevons des enjeux qui ont été discutés pendant le congrès ou lors de la session de synthèse et qui, selon nous, sont à reprendre pour le prochain EMF.

1. *Apparition de nouvelles tâches proposées aux élèves et principes de conception des tâches et des technologies*

Aucune réelle nouveauté dans les tâches conçues pour les élèves n'a été présentée lors de ce groupe de travail. Les caractéristiques des tâches pour les élèves, utilisées dans les études présentées, sont peu décrites et peu problématisées dans les contributions. Les apports des contributions sont ailleurs. Par exemple, le type de tâche proposé par May Hui et Ouellette pour l'usage d'un logiciel de conception d'objets et d'imprimante 3D, ou le processus collectif de conception des tâches chez Thibault et ses collègues ne sont pas nouveaux. Ils relèvent de modèles valorisés en didactique (comme par exemple la démarche projet ou bien la résolution de problème), ou reprennent une tâche déjà publiée, comme par exemple la situation de la poulie chez Khalloufi-Mouha.

Néanmoins, deux contributions présentent le développement ou l'évolution de technologies conçues pour l'enseignement et l'apprentissage. L'évolution de l'environnement SPAGEO pour l'apprentissage des connaissances spatiales par les élèves, présenté par Coutat et ses collègues, a maintenant pour enjeu d'identifier, dans les procédures des élèves, les informations nécessaires à l'enseignant·e pour les aider de façon pertinente. Le projet MINDMATH, dans le papier de Grugeon-Allys et ses collègues, présente une modélisation didactique du savoir en géométrie (en référence à un modèle praxéologique) et un modèle de l'élève fondé sur le type de justification qu'il produit. Il permet de produire des parcours (une succession de tâches élèves), individualisés, passant par des tâches « pivots » pour atteindre l'objectif d'apprentissage visé. La modélisation obtenue à partir des outils

théoriques didactiques est implémentée dans l'environnement, ce qui fait la démonstration de l'opérationnalité des connaissances et savoirs didactiques.

2. *Les pratiques enseignantes à l'ère du numérique*

Les présentations ont permis de mener des réflexions sur les pratiques enseignantes à l'ère du numérique et ses effets sur les apprentissages en mathématiques des élèves. Les pratiques consistent à proposer des situations ouvertes où l'élève est amené à manipuler les objets mathématiques et à formuler des conjectures ne sont toujours pas dominantes. Force est de constater que l'intégration des outils numériques dans les pratiques enseignantes dépend du contexte de l'expérimentation et la qualité de la formation des enseignant·e·s de mathématiques. Les présentations ont ainsi mis en lumière des limites à cette l'intégration des outils numériques dans les pratiques enseignantes (par exemple par Megherbi, par Khalloufi-Mouha et par Merjane et ses collègues). Elles ont présenté les principaux défis qui sont les infrastructures adaptées et les supports techniques dans les établissements, le manque de formation du personnel enseignant pour adapter l'utilisation des outils numériques aux besoins d'accompagnement des élèves en situation de la classe. L'objectif de transformation des postures enseignantes, de transmissive à médiatrice et réflexive (Abboud, 2024) reste à poursuivre. De même les technologies plus récentes, telles que l'IA ou les logiciels de conception et d'impression 3D pourraient faire évoluer les pratiques enseignantes. Mais cette transformation de la posture de l'enseignant·e n'est pas clairement observée à travers les travaux présentés dans le groupe de travail.

3. *Dispositifs de formation et de développement professionnel des enseignants actuellement mis en place et étudiés*

C'est une question qui reste d'actualité et qui interpelle tous les autres axes de questionnement : quelle forme d'accompagnement et de formation des enseignant·e·s pourrait contribuer à une intégration efficace des outils numériques dans la classe mathématique ?

Seulement une des communications a directement abordé ce sujet, soit St-Cyr et collègues qui ont discuté une approche méta-cognitive dans des cours mathématiques pendant la formation disciplinaire et visant le développement professionnel initial des futur·e·s enseignant·e·s pour l'intégration du codage dans la classe mathématique. Cette approche souligne un point relevé dans la session de synthèse du GT8 : il faut parfois accepter de ne pas être expert en technologie (i.e. d'être formé « à 100 % »), tant qu'on a une intention pédagogique-didactique, et se lancer.

Pour ce qui est du développement professionnel, des recherches participatives qui prennent comme origine les besoins des enseignant·e·s, comme ce fut le cas dans les travaux de Thibault et collègues, pourraient être particulièrement pertinentes si on vise des changements dans les pratiques. Une des grandes difficultés qui persiste est le manque de temps des enseignant·e·s, alors que les occasions ponctuelles de développement professionnel ne semblent pas permettre de réelles évolutions des pratiques. Un modèle intégrant différentes modalités de formation pourrait permettre de mieux s'adapter à la réalité des enseignant·e·s.

4. *Intelligence artificielle (IA) générative : nouvelles opportunités et enjeux*

Mentionnée dans plusieurs présentations, l'IA générative a été discutée principalement dans l'une des contributions, soit celle de Moussitou concernant son rôle dans l'évaluation des apprentissages. Elle explore le rôle d'aide de l'IA pour l'analyse par l'enseignant·e des productions des élèves et dont l'atout est la rapidité et le traitement systématique, tout en pointant la non prise en charge du contexte et du besoin exact de l'élève.

D'autres opportunités générées par l'IA générative peuvent être relevées. Pour l'enseignant·e, elle permet d'automatiser certaines tâches dont la planification de tâches pédagogiques (planification de leçons, synthèses, diapos accompagnatrices de leçons, création de tests, création d'activités interactives, correction, etc.). Mais il reste que l'enseignant·e se doit d'être expert·e en sa matière afin de détecter les suggestions erronées de l'IA – par exemple dans l'identification d'erreurs par l'IA à des fins de corrections, incluant une rétroaction aux élèves. Pour l'élève, elle pourrait par exemple soutenir son apprentissage lorsque utilisée comme tuteur individuel. Elle pourrait aussi transformer la manière dont les élèves peuvent s'engager dans la résolution de problèmes mathématiques (Pepin et al., 2025). Par exemple, l'idée d'étudier l'usage d'un RAG de type logiciel de calcul numérique couplé à une IA générative (LLM Large modèle de langage) pour former les élèves ingénieurs à l'analyse numérique est introduite par Merjane et ses collègues. Cette idée est maintenant à développer et devrait produire de nouvelles technologies au service de l'apprentissage et l'enseignement.

Cependant, les IA génératives soulèvent également des préoccupations fondamentales concernant l'apprentissage (par exemple, avec la possibilité pour les élèves de répondre simplement par le copié-collé d'un résultat ChatGPT), l'évaluation et l'intégrité académique (par exemple, il faut garder un œil attentif sur les principes éthiques et sécuritaires des usages des outils d'IA par les élèves). On peut également s'interroger à propos de l'influence et l'accélération du recours aux IA génératives sur le phénomène de désaffection envers les mathématiques (et les STEM) au niveau mondial. Ces enjeux en lien avec l'IA générative seront certainement à reprendre pour le prochain EMF.

5. *Synthèse du GT8 de l'EMF 2025 en trois points*

Nous terminons avec trois points qui renferment des aspects et questions essentiels à nos travaux et discussions en cours et futurs :

1. Le changement de paradigme de la nature de tâches à proposer aux élèves, notamment avec l'arrivée de l'IA générative, est essentiel à considérer et dépend de plusieurs facteurs dont les affordances de la technologie numérique pour les notions mathématiques visées ainsi que des objectifs d'apprentissage.
2. La formation initiale et formation continue des enseignant·e·s, parfois plus expérimenté·e·s que nous avec ces technologies émergentes, reste un facteur décisif pour une bonne intégration des technologies numériques dans la classe de mathématique.
3. Le constat d'une part de l'accélération des technologies numériques (par exemple l'IA générative) et d'autre part de freins de leur intégration dans l'enseignement mathématique forment un écart dont les enjeux sont multiples.

RÉFÉRENCES

- Abboud, M. (2024). L'enseignant de mathématiques aux temps des technologies numériques : un cadre théorique adaptant la double approche pour étudier son activité. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, (numéro spécial), 165-188. <https://hal.science/hal-04209359v3>
- Pepin, B., Buchholtz, N. et Salinas-Hernandez, U. (2025). A scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11, 9-41. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00172-1>