

BILAN DU GROUPE DE TRAVAIL 5

MODÉLISATION ET INTERDISCIPLINARITÉ

| ALPHA* OUSMANE, YVAIN-PRÉBISKI** SONIA, WEISS*** LAURA ET BENRHERBAL****

ABDERRAHMANE

Ce texte rend compte du travail effectué dans le Groupe 5 d'EMF 2025. Il décrit les enjeux de ce travail, les thématiques abordées, les questions restant en suspens et ouvre ainsi des perspectives pour la suite de la recherche quant à la modélisation mathématique et l'interdisciplinarité. L'intégralité des textes relatifs aux communications présentées dans ce groupe figure dans les actes.

I. PRÉSENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

Dans notre monde en constante évolution, l'enseignement des mathématiques et des sciences est un pilier fondamental de l'éducation, contribuant à former des individus capables de comprendre et de répondre aux défis de notre société. En particulier, pour préparer efficacement les jeunes à faire face aux enjeux complexes de la modernité, il est important d'intégrer la modélisation et l'interdisciplinarité dans l'enseignement et la formation des élèves. Ces champs d'étude sont cruciaux car ils permettent d'articuler différents domaines de savoir et d'en favoriser les liens.

Le thème du Groupe de Travail 5 (GT5) était « Modélisation et interdisciplinarité », s'inscrivant dans le thème du colloque EMF 2025 sous la forme de « L'importance de la modélisation et de l'interdisciplinarité dans l'éducation mathématique face à un monde en accélération : enjeux, défis et opportunités ». Les responsables du GT5 étaient Ousmane Alpha (Mali), Sonia Yvain-Prébiski (France) et Laura Weiss (Suisse) et le correspondant du Comité Scientifique Abderrahmane Benrherbal (Maroc).

Les questions auxquelles le groupe GT5 ambitionnait d'apporter des éléments de réponse à travers les contributions des participants au groupe étaient les suivantes :

- Peut-on faire de la modélisation un objet d'enseignement ? Comment peut-on former les élèves et les futurs enseignants à appréhender la modélisation en tant que processus, qui ne se réduit pas à l'application d'un modèle ?
- Comment la nécessité de mathématiser une situation extra-mathématique, pour la rendre accessible par un traitement mathématique, est-elle prise en compte et traitée en classe ?
- Comment la modélisation mathématique peut-elle améliorer la compréhension des concepts mathématiques chez les élèves en leur donnant du sens et en favoriser leur application dans des contextes réels en lien avec les autres disciplines scolaires/scientifiques ?
- Comment l'interdisciplinarité peut-elle enrichir les mathématiques et les sciences dans un mouvement de validation réciproque à l'aide de la modélisation de situations ancrées dans le quotidien de l'élève ?

* Coresponsable du groupe de travail 5 – Mali – oalphaoumar@yahoo.fr

** Coresponsable du groupe de travail 5 – France – sonia.yvain@univ-lyon1.fr

*** Coresponsable du groupe de travail 5 – Suisse – laura.weiss@unige.ch

**** Correspondant du comité scientifique – Maroc – abderrahmane.benrherbal@um6p.ma

- Comment développer la culture de collaboration entre enseignants dans une approche interdisciplinaire ? Quelles seraient alors les ressources et les formations nécessaires pour aider les enseignants à mettre en œuvre l'approche de l'interdisciplinarité dans leurs milieux de travail ?

II. ORGANISATION ET THÉMATIQUES ABORDÉES

1. Organisation des séances

Initialement, le GT5 comptait 10 contributrices et contributeurs pour des présentations orales, malheureusement 5 d'entre elles et eux n'ont pas pu venir à Montréal pour des questions de visa, ce que nous déplorons. Toutefois, le GT5 a pu s'enrichir des présentations de deux jeunes enseignants du Spécial 1 Projet Jeunes enseignants (SP1) qui, ayant travaillé l'un sur la modélisation et l'autre sur l'interdisciplinarité nous ont rejoint et ont présenté leurs travaux.

Finalement ont été présentées

- 3 communications concernant l'interdisciplinarité :
 - **Amélie ALLARD** : « *Les unités de mesure comme moyen de contrôle lors de la résolution de problèmes mathématiques à contexte physique* ».
 - **Valerie HENRY, Abir BOU ABDO, Christophe DUBUSSY, Jérémy DEHON** : « *L'équation à la croisée des mathématiques et de la chimie* »
 - Asmaa RAIHANE, Mustapha EL HAROUSSI et Saida ABOUHANIFA (voir Projet Spécial 1) : « *Évaluations de l'impact d'intégration de la robotique sur le développement des compétences des élèves dans l'enseignement interdisciplinaire des mathématiques en projet lié aux STEM* »
- 4 communications concernant la modélisation :
 - **Gabriel LECOMPTE** : « *Évaluer la modélisation informatique avec une approche interdisciplinaire* ».
 - **Sonia YVAIN-PRÉBISKI** : « *Le processus de mathématisation dans l'élaboration d'un problème extra-mathématique pour l'école primaire* ».
 - **Marina DE SIMONE, Yana LACEK, Laura WEISS** : « *Le processus de dévolution d'un problème extra-mathématique et ses influences sur l'entrée dans la situation par les élèves : deux études de cas* ».
 - **Pierre CHANET** (voir Projet Spécial 1) : « *Comment dévoluer aux élèves le travail de mathématisation horizontale ?* ».

Les présentations ont été organisées sur les 5 séances prévues pour le travail du groupe GT5, laissant la dernière pour une synthèse du travail. Compte tenu du temps alloué au groupe de travail et du nombre de contributions, les participants ont apprécié de pouvoir échanger sur les différentes communications.

Dans les actes figurent aussi les communications non présentées suivantes :

- **Nicole Aimée AMBOMO, Patrick TCHONANG YOUNKAP, Jean-Berky NGUALA** : « *Étude du rapport personnel à l'interdisciplinarité entre les mathématiques et la chimie : le cas des enseignants de lycée au Cameroun* ».
- **Mouna HIDOUSSI et Inen AKROUTI** : « *Les défis de l'enseignement-apprentissage de la physique face à l'interdépendance entre les concepts physiques et mathématiques* ».

- **Désirée Bethel MESSOU** : « *Interdisciplinarité dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques : analyse des difficultés* ».

2. Participants et thématiques abordées

Lors de première séance, une introduction a été faite sur les concepts d'interdisciplinarité et de modélisation, lors de laquelle les participants ont pu s'exprimer sur le sens de ces termes. Ainsi, sous le fil rouge de la question : « la modélisation peut-elle être un levier pour l'interdisciplinarité et à quelles conditions ? », il a été rappelé la terminologie dense (pluri-, multi-, trans-, inter-) et pas toujours univoque de l'interdisciplinarité, ainsi que le questionnement lié à la modélisation qui peut être vue aussi bien comme outil des mathématiques que comme objet d'enseignement.

Le travail de notre groupe a débuté par la contribution de G. Lecompte qui a présenté des définitions du modèle et de la modélisation de manière interdisciplinaire. Avec l'apport des définitions proposées par le domaine de l'enseignement de l'informatique, celui du domaine des mathématiques et de l'enseignement des sciences et technologies, le groupe a discuté du rapport au référent (Roy, 2018) et son équivalence avec les fragments de réalité proposés par la théorie de la mathématisation avec ses deux aspects (Yvain-Prébiski, 2023). Le groupe s'est aussi interrogé sur la portée de la typologie des modèles d'Harrison et Treagust (2000) en le comparant avec les registres sémiotiques d'un même modèle au sens de Duval (1993) afin de s'interroger sur l'équivalence de modèles.

Les deux communications suivantes ont porté davantage le regard sur la question des liens entre disciplines avec les contributions de Valérie Henry et al. et Amélie Allard.

V. Henry, A. Bou Abdo, C. Dubussy et J. Dehon s'intéressent aux liens entre l'équation en mathématiques et l'équation chimique. Un bref résumé historique de l'apparition des équations chimiques dans la communauté scientifique a permis de mettre en lumière l'utilisation croissante du symbolisme mathématique dans ce contexte, suivi d'une distanciation progressive. Il est ainsi apparu que le processus de modélisation horizontale (Yvain-Prébiski, 2023) de la réaction chimique a été stabilisé dans la sphère savante (chimie) pour mener à l'écriture actuelle de l'équation chimique. Henry et al. ont ensuite proposé une formalisation mathématique de la démarche de pondération d'une équation chimique, décrivant ainsi un processus de modélisation verticale (*ibidem*). Cette formalisation constitue également une technologie au sens de Chevallard (1999), justifiant les techniques de pondération par tâtonnement en vigueur actuellement dans l'enseignement belge. Elle ouvre aussi la porte à une technique de résolution par système d'équations, actuellement explorée par les auteurs pour son potentiel didactique interdisciplinaire.

La présentation d'Amélie Allard, quant à elle, a exploré la perspective que des habiletés issues de la physique peuvent servir comme soutien et enrichissement à l'activité mathématique lors de la résolution de problèmes de calcul différentiel à contexte physique. La présence d'un contexte physique entraîne une modification sémantique des symboles algébriques et nombres en jeu, puisqu'ils représentent des grandeurs physiques – qui possèdent des unités de mesure – plutôt que des quantités abstraites. L'exercice d'un contrôle sémantique ancré à la présence d'unités de mesure sur divers éléments du problème de l'avion (utilisé comme exemple pendant la présentation), tels que l'équation et le schéma présents dans l'énoncé, permet de voir au-delà des mathématiques et d'accéder au phénomène physique exploité par celles-ci. Cet accès au contexte physique lui donne sa valeur, sa pertinence, puisqu'il cesse d'être considéré comme un simple habillage, ignoré pendant la résolution (purement) mathématique.

La présentation d'Asmaa Raihane visait à explorer l'apport d'un projet interdisciplinaire en STEM basé sur la robotique pour évaluer et développer les compétences en mathématiques chez des élèves du secondaire qualifiant.

Les trois présentations sur la modélisation étaient particulièrement proches et pourront probablement aboutir à des travaux ultérieurs en synergie. En effet aussi bien Chanet, De Simone et al et Yvain-Prébiski se sont intéressés à la modélisation mathématique d'une situation extra-mathématique, le premier à propos d'une chronologie dans un parc d'attraction, la deuxième à propos de la fidélité d'un modèle réduit de la tour Eiffel et la dernière sur le temps de préparation de pizzas pour honorer une commande. À partir d'observations de classes et d'une volonté que les élèves mettent du sens en situation de résolution de problème, P. Chanet a présenté un dispositif de situation extra-mathématique ouverte (en vidéo) dans le but de questionner les processus d'enseignement-apprentissage de la modélisation. Il a exploré spécifiquement l'étape de mathématisation horizontale (Yvain-Prébiski, 2023), un des enjeux majeurs, souvent invisibilisé, du processus de modélisation. Dans leur présentation, De Simone et al. analysent le processus de dévolution (Brousseau, 1990) d'un problème extra-mathématique dont la résolution requiert la mise en œuvre d'un ou plusieurs processus de modélisation au sens de Blum et Leiss (2007). L'expérimentation du problème de la « tour Eiffel » (la fidélité d'un modèle réduit de la tour Eiffel) dans deux classes d'élèves de 14 ans de niveau différent a montré la nécessité d'une dévolution aux élèves les aidant à se construire des représentations mentales (composante cognitive au sens de Borromeo Ferri, 2006) pour le choix des fragments de réalité pertinents pour arriver à un problème susceptible de traitement mathématique (Yvain-Prébiski, 2021). La présentation d'Yvain-Prébiski a montré comment la création d'une situation extra-mathématique amène, dès son élaboration, à considérer les rapports dialectiques entre la mathématisation horizontale et la mathématisation verticale, et analyse l'impact des choix des concepteurs sur l'activité des élèves.

Dans les trois cas, des réflexions ont été menées sur comment faire travailler des classes d'élèves sur de telles situations et les faire aboutir à un problème mathématique ou du moins susceptible d'une résolution mathématique sans que les enseignants ne se substituent au travail des élèves en réduisant la richesse de la situation à un problème évidemment mathématique portant sur une unique question dont la réponse est à calculer.

III. CONCLUSIONS DES DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES

Le groupe de travail a permis de nombreuses interactions qui ne peuvent être toutes relatées dans ce bilan.

Si les séances du GT5 se sont révélées très riches, force est de constater que les questions initialement posées pour lancer les travaux (voir ci-dessus) n'ont pas reçu de réponses formalisées, même si de nombreux éléments de réponse se sont trouvés dans les discussions du groupe. Ainsi les deux premières sur la modélisation ont reçu de facto des pistes de réponses, par exhibition pourrait-on dire, puisque les trois contributions montraient des cas d'école où une modélisation-processus a été un objet d'enseignement, avec des réussites mais aussi des difficultés. Il est plus difficile de répondre à la troisième à partir des contributions présentées et le groupe ne l'a pas discutée alors qu'elle avait été proposée comme fil rouge. L'ensemble des participants ont partagé l'importance de faire prendre conscience aux élèves de la démarche de modélisation qui est présente à chaque fois que l'on applique les mathématiques à des problèmes tirés de la « vie réelle » (c'est-à-dire des situations non mathématiques), et de leur fournir un cadre pour réfléchir à la mise en place de cette démarche.

En ce qui concerne les deux questions ayant trait à l'interdisciplinarité, les présentations ne les ont pas abordées directement, même si Allard et Raihane ont effleuré la quatrième en exemplifiant des

validations réciproques entre physique et mathématique et entre informatique et mathématiques. L'absence des participants potentiels qui s'intéressaient aux difficultés des enseignants pour prendre en compte l'interdisciplinarité dans leur enseignement n'a pas permis d'aborder la dernière question, alors qu'elle pose malheureusement d'énormes difficultés dans les classes.

Des discussions entre les participants se sont essentiellement appuyées sur les expériences de chacun transmises à travers les différentes contributions, les cadres théoriques sur lesquels elles s'appuient ayant été moins abordés. Le prochain EMF pourrait s'attacher à renforcer cette direction dans le but de donner une plus forte cohésion dans les études et de mieux comprendre les complémentarités et spécificités des travaux de chaque pays.

Le fil rouge proposé « la modélisation peut-elle être un levier pour l'interdisciplinarité et à quelles conditions ? », bien que non abordé frontalement, a permis des échanges riches croisant à la fois les enjeux de la modélisation mathématique et ceux de l'interdisciplinarité. Il serait intéressant de poursuivre de telles réflexions lors du prochain colloque EMF.

RÉFÉRENCES

- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95. <https://doi.org/10.1007/BF02655883>
- Blum, W. et Leiss, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? Dans C. Haines, P. Galbraith, W. Blum et S. Khan (dir.), *Mathematical modelling* (p. 222-231). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>
- Chevallard, Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 5, 37-65.
- Harrison, A. G. et Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026.
- Roy, P. (2018). *Modèles et modélisation en physique dans les pratiques d'enseignement d'enseignants québécois du secondaire : le cas de la cinématique* [Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke].
- Yvain-Prébiski, S. (2023). La mathématisation horizontale : quels apports pour une recherche sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation mathématique. Dans F. Vandebruck et M.-L. Gardes (dir.), *Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques. Preuve, modélisation et technologies numériques. XXIe école d'été de didactique des mathématiques, 18-24 octobre 2021, Ste-Marie de Ré* [Volume des séminaires et des posters] (p. 209-218). IREM de Paris. <http://docs.irem.univ-paris-diderot.fr/up/ACTESEE21.pdf>
- Yvain-Prébiski, S. (2021). Didactical adaptation of professional practice of modelling: A case study. Dans F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, K. L. Wong (dir.), *Mathematical modelling education in East and West. International Perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (p. 305-319). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_26