

**L'éducation mathématique
face à un monde en accélération :
enjeux, défis et opportunités**

ACTES DU COLLOQUE EMF 2025

Édités par
Fabienne Venant et Stéphanie Dumont

*En collaboration avec
Mathieu Thibault
avec l'appui des membres du comité scientifique et
des responsables des groupes de travail et projets spéciaux*

Montréal – 26 au 30 mai 2025

<https://sites.google.com/view/emf2025>

Comité scientifique

Fabienne Venant – Présidente

Université du Québec à Montréal, Canada

Valériane Passaro – Coprésidente

Université du Québec à Montréal, Canada

Adolphe Adihou – Président sortant

Université de Sherbrooke, Canada

Jean-Luc Dorier - Représentant de l'ICMI

Université de Genève, Suisse

Claudia Corriveau - Représentante de l'Association Mathématique du Québec

Université Laval, Canada

Gervais Affognon

Université d'Abomey-Calavi, Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques, Bénin

Aderrahmane Benrherbal

Université Mohammed VI Polytechnique, ISE, Maroc

Stéphanie Bridoux

Université de Mons, Belgique

Maud Chanudet

Université de Genève, Suisse

Nadine Grapin

Université Paris-Est-Créteil, LDAR, ESPE de l'Académie de Créteil, France

Virginie Houle

Université du Québec à Montréal, Canada

Imed Kilani

Institut Supérieur de l'éducation et de la formation continue, Tunis, Tunisie

Samia Mehadenne

Association algérienne pour le développement de l'enseignement des mathématiques et des technologies de l'information, Algérie

Eugène Oké

Université d'Abomey-Calavi, Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques, Bénin

Julia Pilet

Université Paris Diderot, LDAR, France

Eric Roditi

Université Paris Cité, Laboratoire EDA, France

Mireille Saboya

Université du Québec à Montréal, Canada

Timbila Sawadogo

École Normale Supérieure, Burkina Faso

Hassane Squalli

Université de Sherbrooke, Canada

Fabrice Vandebrouck

Université Paris-Diderot, LDAR, France

Comité local d'organisation

Valériane Passaro - Présidente

Université du Québec à Montréal

Laurie Bergeron

Université du Québec à Montréal

Nathalie Bisailon

Université de Montréal

Myriam Boucher-Pinard

Université du Québec à Montréal

Khoi Mai Huy

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Vincent Martin

Université de Sherbrooke

Sandrine Michot

Université du Québec à Montréal

Raymond Nolin

Université du Québec à Trois-Rivières

Mireille Saboya

Université du Québec à Montréal

Virginie Robert

Université Laval

Mathieu Thibault

Université du Québec en Outaouais

Mélanie Tremblay

Université du Québec à Rimouski

Fabienne Venant

Université du Québec à Montréal

Avec le soutien ponctuel de

Camille Arseneau

Université du Québec à Rimouski

Sabrina Héroux

Université du Québec à Montréal

Eva Knoll

Université du Québec à Montréal

Laurent Souchard

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Alex St-Onge

Université du Québec à Montréal

Isabelle Deblois

Université du Québec à Rimouski

Nelly Julien

Université de Montréal

Espace Mathématique Francophone

L'Espace Mathématique Francophone (EMF) s'est constitué pour promouvoir réflexions et échanges au sein de la francophonie sur les questions vives de l'enseignement des mathématiques dans nos sociétés actuelles, aux niveaux primaire, secondaire et supérieur, ainsi que sur les questions touchant aux formations initiale et continue des enseignants. L'EMF contribue au développement d'une communauté francophone riche de ses diversités culturelles, autour de l'enseignement des mathématiques au carrefour des continents, des cultures et des générations. La langue de travail de l'EMF est le français. Les rencontres scientifiques de l'EMF, qui ont lieu tous les trois ans depuis 2000, sont reconnues comme conférences régionales de la Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique (CIEM). Elles s'adressent aux différents intervenants préoccupés par les questions qui touchent à l'enseignement des mathématiques : mathématiciens, didacticiens des mathématiques, chercheurs, formateurs, enseignants de différents niveaux. Les lieux des conférences sont choisis pour respecter un équilibre géographique et favoriser la participation d'une communauté francophone la plus large possible.

Les colloques de l'EMF visent à :

- permettre les échanges d'idées, d'informations, d'expériences, de recherches autour des questions vives en enseignement des mathématiques, en particulier en lien avec le thème retenu pour chacun d'entre eux ;
- renforcer la coopération entre des chercheurs, formateurs, enseignants, vivant dans des contextes sociaux et culturels différents, et ayant des préoccupations communes quant aux questions touchant à l'enseignement des mathématiques ;
- susciter la participation de jeunes enseignants et chercheurs aux débats sur l'enseignement des mathématiques, ainsi que leur contribution à l'élaboration de perspectives d'avenir ;
- favoriser la prise de conscience chez les enseignants, formateurs, chercheurs de leur rôle dans l'élaboration de la culture mathématique de leurs pays respectifs ;
- contribuer au développement, dans la communauté francophone, de la recherche en didactique des mathématiques et de ses retombées, notamment sur les formations initiale et continue des enseignants.

Les précédents colloques ont eu lieu à Grenoble (2000), Tozeur (2003), Sherbrooke (2006), Dakar (2009), Genève (2012), Alger (2015) et Cotonou (2022). Les actes de ces colloques sont disponibles à cette adresse : <http://emf.unige.ch>

COLLOQUE EMF 2025

L'éducation mathématique face à un monde en accélération : enjeux, défis et opportunités

Montréal – 26 au 30 mai 2025

Les sociétés modernes sont actuellement aux prises avec une dynamique d'accélération. Tout devient plus rapide : les transports, les communications, la diffusion d'information, les rythmes de vie.... Cette accélération se traduit par des progrès techniques et des innovations, mais aussi par des exigences de rentabilité et une sensation générale de manquer de temps. Le milieu éducatif n'échappe pas à cette densification des activités. Le temps, celui des enseignants comme celui des élèves, est de plus en plus encadré. Les contenus d'enseignement, de plus en plus standardisés, obéissent avant tout à des objectifs d'efficacité. Les technologies numériques jouent le double rôle d'outils facilitateurs et d'agents d'aliénation. Elles rendent d'innombrables services pédagogiques et organisationnels tout en imposant la cadence du rythme scolaire et professionnel. Les notions d'accompagnement, de collaboration, de créativité se noient de plus en plus dans les tutoriels, les capsules en ligne et autres tuteurs intelligents. L'élève apprend à penser selon des balises bien définies. Cette situation est d'autant plus sensible en mathématiques, lieu traditionnel de la réflexion et du raisonnement. Une vision utilitaire du domaine et de son enseignement vient de plus en plus à l'encontre des fondements culturels et épistémologiques de développement du raisonnement et de la pensée mathématiques. La formation des enseignants n'échappe pas non plus à ce phénomène. Il faut former plus d'enseignants, dans un temps plus court et à coût moindre. Or, pour les élèves comme pour les enseignants, construire le sens des savoirs mathématiques, apprendre à raisonner, envisager différentes stratégies et solutions sont des processus qui s'inscrivent dans une temporalité longue, difficilement compatibles avec les exigences sommatives à court terme.

Dans ce contexte, l'édition 2025 du colloque EMF se propose d'être un moment de pause et de réflexion, une occasion de sortir de la course. Un des moyens de ne pas simplement se laisser entraîner dans le tourbillon de l'accélération consiste, en effet, à prendre le temps et les moyens de redéfinir notre façon d'être au monde, d'effectuer un retour vers les fondements de ce qui fait sens, de questionner nos rapports aux savoirs, dans un esprit d'ouverture aux autres. Des questions émergent alors pour l'avenir de l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques :

- Quelles sont les missions et les finalités de l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques et quelle place donner à une véritable activité mathématique ?
- Peut-on concevoir un enseignement des mathématiques plus inclusif, laissant la place aux expériences, au rapport à soi et à l'environnement, dans une visée holistique, ouvert aux approches portées par les communautés qui nous entourent ?
- Peut-on envisager des évaluations à visage humain, prenant en compte la véritable nature des mathématiques ?
- La recherche, l'enseignement et l'apprentissage en mathématiques peuvent-ils (doivent-ils) se positionner entre les attentes de la société et l'urgence de former des citoyens lucides, critiques et créatifs.
- Face à ces nouveaux enjeux contemporains, la didactique des mathématiques devrait-elle adopter de nouvelles perspectives critiques ? Lesquelles ?
- Comment penser la place des technologies numériques dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques pour en faire des instruments au service du développement des connaissances mathématiques ? Comment sortir d'une logique de consommation et devenir acteurs et producteurs de contenus numériques à notre image ?

En particulier, comment la didactique des mathématiques peut-elle prendre une place active, en collaboration avec les informaticiens, dès la conception des outils.

C'est à travers toutes ces questions, et bien d'autres, que nous proposons d'aborder et de (re)définir les enjeux, les défis et les opportunités qu'offrent nos sociétés actuelles à l'enseignement, l'apprentissage ainsi qu'à la formation des enseignants en mathématiques.

Table des matières

LES COLLOQUES EMF : PASSÉ, PRÉSENT ET FUTUR — LA PAROLE AUX GRANDS TÉMOINS	1
La parole aux grands témoins DURAND-GUERRIER Viviane, HODGSON Bernard R., MOHAMED SAGAYAR Moussa et NDIAYE Faguèye	3
CONFÉRENCE PLÉNIÈRE	13
Le temps en mathématiques : efficacité, beauté et complexité des résultats mathématiques LAFRENIÈRE Nadia et SADJA-NJOMGANG Judith.....	15
CONTRIBUTIONS DES GROUPES DE TRAVAIL	19
GT1 DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET TRAVAIL COLLABORATIF	21
Bilan du groupe de travail 1 Développement professionnel et travail collaboratif KEBBOUCHE-MEHADDENE Samia et SAGAYAR Mohamed Moussa	23
Une étude de l'évolution des pratiques enseignantes suite aux changements curriculaires cas de l'algèbre élémentaire au collège en Algérie KEBBOUCHE-MEHADDENE Samia.....	27
Travail collaboratif pour réduire l'écart entre les tâches attendues d'une enseignante et d'une chercheuse lors de la généralisation algébrique ANTOUN Zita	39
Regards sur deux boucles itératives d'un dispositif d'intervention-recherche visant à soutenir le développement professionnel d'enseignantes faisant l'enseignement-apprentissage des probabilités à l'école primaire MARTIN Vincent et HOMIER Marianne	51
Mise au jour de savoirs transparents au sein d'un dispositif de formation collaborative. Que se passe-t-il quand formateurs et enseignants sont amenés à développer l'intelligence du calcul ? BATTON Agnès	61
Recherche collaborative et développement professionnel : le cas d'une recherche en informatique au primaire en France COUDERETTE Michèle	73
Travail collaboratif entre chercheurs et enseignants : de la circulation entre connaissances didactiques pour la recherche et connaissances didactiques pour enseigner MATHÉ Anne-Cécile, RIVIÈRE Olivier et ROUX Aurélie.....	83
Analyse de la pratique enseignante pour le développement de la symbolisation algébrique chez les élèves du secondaire au Maroc ABOUHANIFA Said	93
La circulation des savoirs au sein de groupes de travail collaboratif : étude de cas NECHACHE Assia et ROLLINDE Emmanuel	105
Se construire dans la durée, au gem : perceptions des participants à l'un de ses groupes de travail collaboratif NINOVE Laure.....	115

Types de dialogue et connaissances mathématiques pour l’enseignement de la résolution de problèmes : analyse dialogique d’une leçon study CLIVAZ Stéphane, BATTEAU Valérie, DAINA Audrey, PRESUTTI Sara, BUNZLI Luc-Olivier et PELLET Jean-Philippe	127
Développement professionnel et travail collaboratif au Niger : analyse de la cartographie des programmes de mathématiques sur les apprentissages fondamentaux SAGAYAR Mohamed Moussa	137
Développement professionnel des enseignants dans un Lieu d’Éducation Associé DREAM.....	147
Se construire une identité mathématique professionnelle en formation initiale : leviers et obstacles FLORES GONZALEZ Macarena et ABOUD Maha.....	157
GT2 DISPOSITIFS, CONTEXTES DE FORMATION ET ACTIVITÉ DU FORMATEUR.....	167
Bilan du groupe de travail 2 Dispositifs, contextes de formation et activité du formateur MARCHAND Patricia, COULANGE Lalina et ADIHOU Adolphe.....	169
Former à l’égalité en mathématiques, un enjeu crucial pour la réussite de tous en mathématiques SAYAC Nathalie	175
Formation des enseignants à l’enseignement des mathématiques par une approche en pédagogie universelle – accessibilité au savoir pour tous dans une école inclusive PRATALI Laurent, EYSSERIC Pierre et GOMBERT Anne.....	185
Design de matériel de manipulation en formation initiale : agentivités mathématique et didactique NICOLAS-NOIR Benjamin, CORRIVEAU Claudia et JEANNOTTE Doris	195
Une situation de formation continue en géométrie élémentaire par la résolution de problèmes ARAB HADJ-MOUSSA Mériem et COMBY Hélène.....	205
Processus de coconstruction axé sur les besoins des personnes enseignantes en mathématiques à l’éducation préscolaire ; changements de pratique et réussite des enfants DESHAIES Isabelle, GONNY Juliette et FLIBOTTE Isabelle.....	217
Les variables didactiques de formation dans une situation de formation de type Jeu de Rôles – le cas de la mise en commun MILI Ismaïl et GUILLE-BIEL WINDER Claire.....	227
Les mathématiques dans le parcours accéléré Go Teaching : choix de la formatrice et pistes d’amélioration au départ de l’impact perçu par les instituteurs.trices novices MOUSSET Céline	239
Les aides didactiques dans la détermination de la limite d’une suite numérique convergente dans l’enseignement secondaire ABBY-M’BOUA Parfait.....	249
Transition formation initiale – formation continue en enseignement des mathématiques au primaire : l’exemple des processus personnels de calcul GREFEM et FOREST Mylène	257
La formation mathématique des enseignants du primaire : Entre les objectifs des programmes et la réalité de la formation initiale HAMZAOUI Houria et ADIHOU Adolphe.....	269

GT3 DIFFÉRENTES PENSÉES MATHÉMATIQUES	281
Bilan du groupe de travail 3 Différentes pensées mathématiques BEN NEJMA Sonia, GBAGUIDI Ahonankpon Florent, JEANNOTTE Doris et SQUALLI Hassane.....	283
La notion d'aire comme outil dans la preuve mathématique : quelques cas historiques EL IDRISSE Abdellah, AIT OUNEJJAR Lahoussaine et ROUAN Omar.....	289
Approche anthropologique de la pensée algébrique CHAACHOUA Hamid et DEWYSPELAERE Stéphanie.....	299
Pour une pensée fonctionnelle ancrée dans l'action LAURENCE-ROULEAU Vincent.....	311
Une analyse didactique des démarches mobilisées par des élèves du primaire pour résoudre des problèmes de proportionnalité HRAIMI Hend et BEN NEJMA Sonia.....	315
Analyse de raisonnements d'élèves de 4 ^e année du primaire lors d'une activité de logique mathématique impliquant le langage courant BISAILLON Nathalie, DUFOUR Sarah et JEANNOTTE Doris.....	325
Développement de la pensée relationnelle : étude des activités au début du primaire POLOTSKAIA Elena, FREIMAN Viktor, BANKOUSSOU-MABIALA Edward et SAVARD Annie	335
Égalité de quantités et développement d'une pensée structurale en arithmétique CONSTANTIN Céline, COULANGE Lalina et THEIS Laurent.....	347
Décrire et comprendre la pensée relationnelle : analyse des stratégies des enfants du préscolaire dans un contexte non numérique de situations d'équivalence ANWANDTER CUELLAR Nathalie, POLOTSKAIA Elena, DUFOUR Raphaëlle, ROBERT Virginie et ABDALLAH Élise.....	357
Le rôle des pratiques mathématiques dans l'évolution de l'activité collective de résolution de tâches mathématiques routinières BARABÉ Geneviève.....	369
Les suites non numériques dans le programme d'étude et le potentiel de développement de la pensée algébrique chez les élèves de la maternelle à la deuxième année du primaire au nouveau-brunswick BANKOUSSOU-MABIALA Edward et FREIMAN Viktor.....	375
Étude du développement de la pensée fonctionnelle au collège tunisien OUESLATI Samia et KOUKI Rahim	385
GT4 DIMENSIONS HISTORIQUE, CULTURELLE ET LANGAGIÈRE DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES	397
Bilan du groupe de travail 4 Dimensions historique, culturelle et langagière dans l'enseignement des mathématiques BATTIE Véronique, BOUZARI Abdelmalek, GUILLEMETTE David et KILANI Imed	399
Conceptualisation des mathématiques chez les élèves dans un contexte multilinguistique HAJBY Achraf	405
Impact des variations grammaticales des énoncés mathématiques sur les réponses des élèves. Étude exploratoire ROBO Eléda, DURAND-GUERRIER* Viviane, NGUALA Jean-Berky, AUGER Nathalie, CHALIER Marc, CHESNAIS Aurélie, FARGE Sylvain, MERON-MINUTH Sylvie, SALONE Jean-Jacques, SAUVAGE Jérémi.....	415

Difficultés des élèves Tunisiens à convertir les expressions symboliques en langage naturel : égalité, inégalité et intersection entre ensembles KILANI Imed et CHELLOUGUI Faïza	425
Étude exploratoire des raisonnements d'élèves et étudiants autour de la négation dans un contexte bilingue français-malagasy à Madagascar ANDRIANARIVONY Fidy, CORTELLA Anne, SALONE Jean-Jacques, DURAND-GUERRIER Viviane	435
Discours enseignants et discours élèves sur des tâches de développement d'expressions algébriques BARTHES-GARNIER Cécile	447
Analyse didactique de l'intégration de la culture locale dans l'enseignement de l'arithmétique à mayotte : le cas des fractions au cycle 3 NGUALA Jean-Berky, TCHONANG YOUKAP Patrick et GUILLON Colette	457
L'enseignement des nombres relatifs au gré de leur histoire GLIERE André-Jean	467
GT5 MODÉLISATION ET INTERDISCIPLINARITÉ	477
Bilan du groupe de travail 5 Modélisation et interdisciplinarité ALPHA Ousmane, YVAIN-PRÉBISKI Sonia, WEISS Laura et BENRHERBAL Abderrahmane	479
Les unités de mesure comme moyen de contrôle lors de la résolution de problèmes mathématiques à contexte physique ALLARD Amélie	485
L'équation à la croisée des mathématiques et de la chimie HENRY Valérie, BOU ABDO Abir, DUBUSSY Christophe et DEHON Jérémy	495
Évaluer la modélisation informatique avec une approche interdisciplinaire LECOMPTE Gabriel	505
Le processus de mathématisation dans l'élaboration d'un problème extra-mathématique pour l'école primaire YVAIN-PRÉBISKI Sonia	515
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 DE SIMONE Marina, LACEK Yana et WEISS Laura	527
Étude du rapport personnel à l'interdisciplinarité entre les mathématiques et la chimie : le cas des enseignants de lycée au cameroun AMBOMO Nicole Aimée, TCHONANG YOUKAP Patrick et NGUALA Jean-Berky	537
Les défis de l'enseignement-apprentissage de la physique face à l'interdépendance entre les concepts physiques et mathématiques HIDOÛSSI Mouna et AKROUTI Inen	545
Interdisciplinarité dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques : analyse des difficultés MESSOU Désirée Bethel	557
GT6 ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU POST-SECONDAIRE, AU SUPÉRIEUR ET DANS LES FILIÈRES PROFESSIONNELLES	567
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	569
Étude de la connaissance de la théorie des groupes de futurs enseignants du secondaire français ROLLAND Agathe	575

Formation mathématique universitaire des futurs enseignants au secondaire : discontinuités dans les techniques de résolution relatives à la combinatoire MORCOS Jonathan et GONZÁLEZ-MARTÍN Alejandro.....	585
L'équation fonctionnelle de Cauchy : un outil pour rendre visible l'ordre en analyse ? PLANCHON Gaëtan et DURAND-GUERRIER Viviane.....	597
Enseigner les équations différentielles en première année d'université : quels liens entre les pratiques enseignantes et les apprentissages des étudiants ? BRIDOUX Stéphanie et GRENIER-BOLEY Nicolas.....	607
Impact d'un dispositif de formation initiale des enseignants du secondaire sur les pratiques d'enseignants débutants : une étude de cas en Belgique francophone BRIDOUX Stéphanie.....	617
Étude des proximités discursives pour enseigner les limites de fonctions en L1 : quelle variabilité entre les cours et les manuels ? GRENIER-BOLEY Nicolas et BRIDOUX Stéphanie.....	629
Vitesse en calcul et en mécanique, est-ce vraiment la même chose ? Une étude de praxéologies dans les deux disciplines HITIER Mathilde et GONZÁLEZ-MARTÍN Alejandro.....	637
Analyse des contenus liés au concept d'intégrale enseignés au cours de calcul qui sont mobilisés dans les pratiques professionnelles des ingénieurs électriciens KOUASSI Kouadio Denis.....	649
Les usages du registre graphique par les étudiants futurs enseignants de mathématiques : un chemin à tracer TRAIN Grégory et COULANGE Lalina.....	653
Difficultés et conceptions sur la preuve d'étudiant.e.s du supérieur : filières générales et professionnelles, formation des enseignant.e.s OUVRIER-BUFFET Cécile et DE VLEESCHOUWER Martine.....	663
La preuve en mathématiques : difficultés d'étudiants et apports potentiels des assistants de preuve SISCO Clara et OUVRIER-BUFFET Cécile.....	667
GT7 LES RESSOURCES POUR DE NOUVEAUX DÉFIS	677
Bilan du groupe de travail 7 Les ressources pour de nouveaux défis FREIMAN Viktor, WOZNIAK Floriane, SOKHNA Moustapha et SAWADOGO Timbila.....	679
L'enseignement de l'estimation computationnelle au Québec : la question des ressources didactiques RIOUX Miranda et BENRHERBAL Abderrahmane	685
Conditions et contraintes sous-jacentes à l'utilisation du matériel de manipulation au primaire : une étude théorique AGBATCHI Babatoundé Maurice, CORRIVEAU Claudia et JEANNOTTE Doris	695
Usage de la grille d'observation de leçon de mathématiques pour la formation initiale et continue au Burkina Faso : réalités et perspectives SAWADOGO Timbila	701
Usage de ressources basées sur les données massives en enseignement de mathématiques : quel sens y donnent des enseignants FREIMAN Viktor, YARO Kwesi, LOUIS Natacha, LÉGER Michel, CHIASSON Mario, KAMBA Jacques et ERAZO Atilio.....	711

Explorer le rôle de la compréhension des concepts mathématiques dans le contexte du <i>débogage</i> dans le design en ingénierie associé à l'informatique physique et au <i>codage</i> informatique KAMBA Jacques et FREIMAN Viktor.....	721
Analyse du processus itératif d'une Design-based Research impliquant la création d'une banque d'activités visant le raisonnement spatial au primaire FOREST Mylène, MARCHAND Patricia et SINCLAIR Nathalie.....	733
Ressource et besoins praxéologiques du professeur WOZNIAK Floriane.....	745
Expérimentation ergonomique et didactique d'une ressource documentaire : course fractionnée, proportionnalité et vitesse moyenne GEORGET Jean-Philippe et DELATTRE Benjamin	755
GT8 LES TECHNOLOGIES POUR L'APPRENTISSAGE, L'ENSEIGNEMENT ET LA FORMATION.....	763
Bilan du groupe de travail 8 Les technologies pour l'apprentissage, l'enseignement et la formation BUTEAU Chantal, NOUHOU Abdoul Massalabi, SOURY-LAVERGNE Sophie et VANDEBROUCK Fabrice.....	765
Modélisation et impression 3D en soutien à l'apprentissage de la géométrie : une expérimentation avec l'impression 3D au primaire MAI HUY Khoi et OUELLETTE Jean-François.....	769
Avantages et défis didactiques liés à l'usage de l'environnement virtuel de Minecraft Education pour l'enseignement-apprentissage des mathématiques THIBAUT Mathieu, MICHOT Sandrine, RIOUX Stéphanie, ROY Mélanie et PHILIBERT Shanie	781
L'apport des logiciels de calcul numérique : cas des approximations via l'Analyse Numérique dans une école d'ingénieurs tunisienne MERJANE Chiraz, IBEN HAJ ALI Najoua et KOUKI Rahim	793
Exploration des défis et des pratiques déclarées dans l'intégration des médias numériques en géométrie : état des lieux, avec une perspective sur le cycle 3 MEGHERBI Djamila	803
Utilisation des outils graphiques interactifs dynamiques pour favoriser le développement de la pensée mathématique : une étude des pratiques enseignantes KHALLOUFI-MOUHA Faten.....	813
L'IA dans l'évaluation en mathématiques : défis et perspectives dans l'analyse des erreurs MOUSSITOU Ronald R.....	823
Émergence de schèmes professionnels de deux futures enseignantes au travers d'un cours d'investigation mathématique avec programmation ST-CYR Marie-Frédéric, FOJCIK Martyna K., BUTEAU Chantal, MULLER Eric et MGOMBELO Joyce.....	833
Renseigner l'enseignant·e de l'activité des élèves dans une ville virtuelle COUTAT Sylvia, DORIER Jean-Luc et MATRI Sabrina.....	843
Apports de modèles didactiques pour concevoir des parcours adaptatifs dans un environnement numérique GRUGEON-ALLYS Brigitte, LESNES Elann, JOLIVET Sébastien et VANDEBROUCK Fabrice.....	855
GT9 LIENS ENTRE PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT ET APPRENTISSAGES... 865	
Bilan du groupe de travail 9 Liens entre pratiques d'enseignement et apprentissages ALLARD Cécile, PILET Julia et ROBERT Virginie.....	867

Une analyse quantitative des apprentissages mathématiques des élèves : vers une mise en relation avec les pratiques d'enseignement CHANUDET Maud, FANJAT Juliette, METTOUCHI Micha et RODITI Éric.....	873
Caractériser et suivre les apprentissages des élèves en algèbre au collège en lien avec leur appartenance à une classe GRUGEON-ALLYS Brigitte et PILET Julia.....	883
Des pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes qui se distinguent : quels impacts sur l'habileté des élèves de sixième année du primaire (11-12 ans) à résoudre des situations-problèmes mathématiques ? GOULET Marie-Pier, FOREST Marie-Pier et VERVONDEL Émilie.....	895
Impact de l'enseignant sur les procédures des élèves dans un jeu LUDIER Isabelle.....	907
Caractéristiques des exercices proposés dans deux classes de fin d'école primaire au regard des connaissances des élèves TEMPIER Frédérick et KIWAN-ZACKA Michella.....	917
Caractérisation d'une pratique dite « exemplaire » en mathématiques au secondaire : proposition d'une grille d'analyse ALLOUTI Sarra, SABOYA Mireille et JEANNOTTE Doris.....	929
Le jeu des bandes : une ressource collaborative pour l'école Maternelle ALLARD Cécile.....	935
L'éthique communautaire : son rôle sur le déploiement de la pensée fonctionnelle et sur les pratiques enseignantes dans une activité d'enseignement-apprentissage ROBERT Virginie et GARNEAU Audrey.....	949
Caractérisation de la nature des aides suggérées par les enseignant·es en résolution de problèmes : le cas des problèmes de type essais et ajustements FAVIER Stéphane.....	959
La construction de la définition du cerf-volant : une pratique enseignante pour développer le raisonnement chez des élèves de 6 ^e année du primaire au Québec MICHOT Sandrine.....	967
Situations engageant un travail de communication en algèbre en 2 ^e secondaire : des apports pour l'élève comme pour l'enseignant ? LABROSSE Philippe.....	979
Catégorisation de quelques problèmes de proportionnalité MRABET Slim et OUNI Mohamed Wardi.....	991
GT10 ENSEIGNEMENT AUPRÈS DE PUBLICS SPÉCIFIQUES OU DANS DES CONTEXTES PARTICULIERS.....	1001
Bilan du groupe de travail 10 Enseignement auprès de publics spécifiques ou dans des contextes particuliers DUPRÉ Frédéric, KOUDOGBO Jeanne, THEIS Laurent et HOULE Virginie.....	1003
Interactions didactiques entre une enseignante, une aide en classe et un élève autiste minimalement verbal ATKINS Isabelle.....	1009
Analyse de la motivation d'enfants à profils autistiques en situation d'apprentissage du graphisme KOUAMÉ Koffi Pierre.....	1019
Pratiques d'enseignement-apprentissage des activités prénumériques à des apprenants présentant des troubles du spectre autistique DIOMANDE Mariame et BOA Ekora Hélène (épouse Djoué).....	1029

Regard sur l'effet de deux régulations dans l'adaptation de tâches mathématiques proposées à des élèves en difficultés langagières DUPUIS BROUILLETTE Marilyn, THEIS Laurent et MILLON-FAURÉ Karine.....	1037
Analyse de la mise en œuvre d'une séquence à visée inclusive sur la symétrie axiale au cycle 3 LESNES Elann et PETEERS Florence.....	1047
L'hexagone : un objet d'exploration pour concevoir des jeux de tâches à l'intention des élèves de l'enseignement spécialisé VENDEIRA Céline, CANGE Christian, CONNE François, FAVRE Jean-Michel et MONOD Jean-Daniel	1059
État des lieux en vue de la conception d'une ressource inclusive pour former à l'enseignement de la géométrie PETITFOUR Édith	1071
Mise en œuvre de la situation voitures/garages dans une classe à sous-effectif d'un établissement spécialisé DUPRÉ Frédéric	1083
Situations mathématiques en coenseignement enseignante-orthopédagogue au premier cycle du primaire HOULE Virginie et GHAILANE Oumama	1093
Les potentialités et défis d'une recherche partenariale visant à favoriser l'accessibilité didactique dans le contexte d'une démarche de coenseignement de tâches visant le développement de la pensée algébrique BERGERON Laurie, DEVEAULT Audrey, BOILY Andrée, BARALLOBRES Gustavo et LAUZÉ Stéphanie	1103
Co-enseigner en résolution de problèmes arithmétiques : quel impact sur les pratiques des enseignants ? PETEERS Florence.....	1113
Un usage de robots de sol dans une visée inclusive ATHIAS Francine, VERGON DARTOIS Aurélie et PERRAUD Caroline	1125
Articulation entre systèmes didactiques auxiliaires et principal dans un dispositif d'aide préventif GUILLE-BIEL WINDER Claire	1133
Un parcours différencié inclusif s'appuyant sur des résultats en didactique concernant l'aire du rectangle DE VARENT Charlotte.....	1143
Difficultés spécifiques d'élèves avec MLD sur les fractions GARDES Marie-Line, BARROCA-PACCARD Fabienne, DERUAZ Michel, GREGORIO Francesca, LEMRICH Chloé, OUVRIER-BUFFET Cécile, PETEERS Florence et ROBOTTI Elisabetta.....	1157
Éléments de réflexion à propos de l'utilisation du matériel de manipulation en mathématiques auprès d'élèves d'adaptation scolaire BÉLANGER-FORTIN Ariane	1167
GT11 ÉVALUATION DANS L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES	1177
Bilan du groupe de travail 11 Évaluations dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques HOROKS Julie, OURAHAY Mustapha, RUMINOT Carolina et CHANUDET Maud	1179
Gestes évaluatifs en résolution de problèmes au début de l'école élémentaire : étude de cas auprès d'un élève en grande difficulté BEYLOT David, BLANCHOUIN Aline et GRAPIN Nadine.....	1183

Mise à l'épreuve de pistes visant à soutenir les pratiques d'évaluation formative dans le cadre d'un enseignement centre sur la résolution de problèmes en mathématiques CHANUDET Maud et FAVIER Stéphane	1195
Regard didactique sur la conception d'un outil de diagnostic en mathématiques CHENEVOTOT Françoise, GRAPIN Nadine, GRUGEON-ALLYS Brigitte, MOUNIER Éric et PILET Julia	1207
PISA 2022 : analyse du lien entre les démarches sollicitées en mathématiques et les perspectives curriculaires en Belgique francophone DEMONTY Isabelle	1213
Étude de l'activité de correction des épreuves en mathématiques : éléments théoriques BILODEAU Jeanne, BARALLOBRES Gustavo et ROINÉ Christophe	1221
Étude du dispositif évaluatif québécois pour les épreuves uniques de mathématique au 2 ^e cycle du secondaire : analyse de la compétence à raisonner BÉNARD Chloé, TREMBLAY Mélanie et DELOBBE Anne-Michèle	1231
Mobilisation des conceptions des futurs enseignants en évaluation des mathématiques RUMINOT Carolina.....	1241
Partir des représentations sur l'évaluation en formation initiale des enseignant.e.s : quels leviers pour enrichir les pratiques ? HOROKS Julie	1251
Évaluation sommative des acquis d'apprentissage en mathématiques des futurs enseignants du cycle primaire MORTAQI Khaoula et OURAHAY Mustapha	1261
Genre et évaluation en mathématiques : étude comparative de gestion d'épisodes évaluatifs BRISMONTIER Chloé.....	1273
Différence de performance garçons-filles à l'entrée au primaire : complémentarité d'une approche didactique et psychosociale GRAPIN Nadine et SAYAC Nathalie	1283
CONTRIBUTION DES PROJETS SPÉCIAUX	1293
PROJET SPÉCIAL 1 LA PAROLE AUX JEUNES ENSEIGNANTS FRANCOPHONES : FORMATION ET ENTRÉE DANS LE MÉTIER	1295
Bilan du projet spécial 1 La parole aux jeunes enseignants francophones : formation et entrée dans le métier CHERIKH Ouahiba, FAVIER Stéphane, GRAPIN Nadine, HOMIER Marianne, NJOMGANG Judith et SABOYA Mireille.....	1297
Enseigner la résolution de problèmes pour favoriser l'appropriation et la modélisation par les élèves BOCCALARI Chiara et MARÉCHAL Fanny.....	1301
Comment dévoluer aux élèves le travail de mathématisation horizontale ? CHANET Pierre.....	1311
Vers une éducation inclusive : analyse de la pratique enseignante et de ses gestes professionnels. Le cas d'un enseignant du primaire DEBLOIS Isabelle.....	1319
« <i>Mais pourquoi on écrit plus en maths qu'en français ?</i> » : enjeux langagiers en cours de mathématiques DIALLO Shana.....	1329
Articuler l'algèbre et l'analyse pour enseigner le second degré : une étude des pratiques enseignantes DUMONCEAU Pauline	1339
L'apprentissage de la preuve en géométrie FAYAD Micheline.....	1349

Le rapport des élèves à la fonction affine au secondaire LAZRI-ABDI Samia	1359
Apprentissage de la construction des bissectrices des angles d'un triangle à l'aide de la règle et du compas, en s'aidant du logiciel Geogebra en classe de 5 ^e au Cameroun NGOMPE Karell	1369
Place du raisonnement par analogie dans les raisonnements des élèves du secondaire à travers des tâches de résolution de problèmes NHIRY Meryem, HANINI Mohamed et ABOUHANIFA Said	1379
Le jeu mathématique comme levier pour la motivation en classe PERRAULT Lea et SAMSON Juliette	1389
Évaluation 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 RAIHANE Asmaa, ELHAROUSSI Mustapha et ABOUHANIFA Said.....	1395
Valorisation des mathématiques dans l'enseignement post-primaire et secondaire au Burkina Faso SAWADOGO Salif.....	1405
Représentation graphique des fonctions : analyse des difficultés courantes des élèves de la terminale D au Burkina Faso SIMBRE Alassane.....	1413
Introduction de l'algèbre par le calcul littéral au Cameroun TETSOPGUIM GUIMEYA Brandelle	1423
La logique et l'apprentissage de la démonstration à la transition secondaire-université TILMAN Ève	1433
La dévolution de la linéarité de l'espérance mathématique en classe de terminale en Algérie ZEDEK-LEDJIAR Nacima	1439
PROJET SPÉCIAL 2 MATHÉMATIQUES ET SOCIÉTÉS.....	1449
Bilan du projet spécial 2 Mathématiques et sociétés SINCLAIR Nathalie, SALONE Jean-Jacques et BELBACHIR Hacène.....	1451
Comment des enseignants de Guadeloupe conçoivent-ils la contextualisation didactique lors d'activités de résolution de problèmes ? HAJBY Achraf, RAMSAMY Priscilla, FORISSIER Thomas et LE PALLEC Maëlle	1455
Une réflexion conjointe sur les enjeux sociaux et politiques de l'enseignement des mathématiques GUILLEMETTE David, ABTAHI Yasmine, BARWELL Richard, HAJBY Achraf, SABOYA Mireille et ST-CYR Marie-Frédéric.....	1465
Comparaison de deux dispositifs de recherche mathématique : stage ludique et travail de master FIORELLI Shaula et RAPHAEL Elise.....	1475
Usages et stratégies des élèves en langues de première socialisation en mathématiques à Mayotte. Étude statistique et didactique NGUALA Jean-Berky, MANOU-ABI Solym et TCHONANG YOUKAP Patrick.....	1485
Contextualisation forte et développement professionnel : expérience d'un dispositif de formation à Mayotte NGUALA Jean-Berky et TOURNÈS Dominique.....	1495

Contextualisations didactiques de problèmes mathématiques par les étudiants en formation au métier d'enseignant en Guadeloupe SALONE Jean-Jacques et RAMSAMY Priscilla	1499
PROJET SPÉCIAL 3 NEUROSCIENCES ET DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES	1511
Bilan du projet spécial 3 Neurosciences et didactique des mathématiques RODITI Éric, BARALLOBRES Gustavo, GARDES Marie-Line et MAHEUX Jean-François.....	1513
Travaux sur le système nerveux et didactique des mathématiques, le cas du concept de « représentation » et de l'énaction MAHEUX Jean-François	1517
Articuler des méthodes de recherche en didactique des mathématiques et en sciences cognitives : un exemple de conception et validation d'un test GARDES Marie-Line, CROSET Marie-Caroline, PRADO Jérôme et SAMSON Adeline	1527
Interrogations didactiques à propos de la ligne numérique mentale FANJAT Juliette et RODITI Éric	1539
Compter, c'est prendre en compte : le défi de l'apprentissage de l'unité et de la multiplicité pour les sciences cognitives SILVA David.....	1549
Troubles de la coordination et visualisation en géométrie : le cas d'une collaboration entre sciences cognitives et didactique des mathématiques GOMEZ Alice, MITHALAL Joris et HANSSEN Ludivine.....	1559
La notion de conception sous l'angle de la didactique des mathématiques et de la psychologie du développement. Un exemple sur le concept de fraction LEMRICH Chloé, GARDES Marie-Line et SANDER Emmanuel.....	1569
Évaluations nationales au CP en mathématiques en France : biais et impacts sur le traitement des données issues du dispositif ÉvalAide GUENAI Mélanie.....	1579
DISCUSSIONS PROGRAMMÉES.....	1591
Plurilinguisme et mathématiques expériences, enjeux et pistes d'action ANDRIANARIVONY Fidy Heritiana, BARWELL Richard, CHELLOUGUI Faiza, DURAND-GUERRIER Viviane, KILANI Imed, ROBO Eléda, SADJA-NJOMGANG Judith et SALONE Jean-Jacques	1593
Le réseau des IREM, une opportunité pour la formation des professeurs et pour l'enseignement des mathématiques dans les pays francophones ? BAHEUX Carole, FRETIGNE Patrick, MEGHERBI Djamila et VANDEBROUCK Fabrice	1603
L'ethnomathématique et ses liens avec l'histoire et la didactique des mathématiques, des parcours de recherche aux questionnements éthiques SALONE Jean-Jacques, VANDENDRIESSCHE Eric, TOURNES Dominique et DA SILVA Alban	1611

DIFFICULTÉS SPÉCIFIQUES D'ÉLÈVES AVEC MLD SUR LES FRACTIONS

| GARDES* MARIE-LINE, BARROCA-PACCARD** FABIENNE, DERUAZ*** MICHEL,
GREGORIO**** FRANCESCA, LEMRICH***** CHLOÉ, OUVRIER-BUFFET***** CÉCILE,
PETEERS***** FLORENCE ET ROBOTTI***** ELISABETTA

Résumé | L'apprentissage des fractions pose des difficultés à de nombreux élèves, notamment ceux avec des troubles d'apprentissage en mathématiques (MLD). Dans le but d'identifier leurs difficultés spécifiques, nous avons conçu un test à choix multiple basé sur un modèle praxéologique et nous l'avons proposé à des élèves avec et sans MLD. Les résultats montrent que les élèves avec MLD réussissent moins bien, particulièrement dans la conversion de registres, la comparaison et dans la résolution de problèmes et produisent des erreurs spécifiques.

Mots-clés : troubles de l'apprentissage en mathématiques, difficultés d'apprentissage en mathématiques, fractions, test

Abstract | Learning fractions provide difficulties for many students, especially those with mathematical learning disabilities (MLD). In order to identify their specific difficulties, we designed a multiple-choice test on fractions based on a praxeological model and administered it to students with and without MLD. The results show that students with MLD perform less well than those without MLD, especially in converting, comparing and solving problems, and produce some specific errors.

Keywords: mathematical learning disorders, mathematical learning difficulties, fractions, test

I. INTRODUCTION

La plupart des systèmes éducatifs cherche à développer une école à visée inclusive. Ces politiques éducatives impliquent l'inclusion des élèves avec des troubles et des difficultés d'apprentissage ou des handicaps sensoriels et moteurs dans les classes ordinaires. L'inclusion des élèves à besoins particuliers a ainsi posé de nouveaux défis aux enseignants et a suscité un intérêt croissant dans le domaine de la recherche, notamment en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques. Dans cet article, nous nous intéressons spécifiquement aux élèves avec de grandes difficultés ou avec un trouble des apprentissages en mathématiques (nous utiliserons dans la suite l'acronyme MLD pour *Mathematical Learning Difficulties, Disorders or Disabilities*). Bien que ce sujet de recherche soit en plein essor dans notre communauté, comme en témoigne l'augmentation des publications dans les revues d'enseignement des mathématiques (e.g. Deruaz et al., 2020 ; Peteers et al., 2023), les études sur les élèves avec un trouble d'apprentissage en mathématiques restent relativement rares. Elles se concentrent sur les élèves en début de scolarité primaire, et sur des contenus arithmétiques (opérations et résolution de problèmes sur les nombres entiers). Toutefois, il existe quelques études qui s'intéressent à d'autres sujets

* Haute École Pédagogique du canton de Vaud – Suisse – marie-line.gardes@hepl.ch

** Haute Ecole Pédagogique du canton de Vaud – Suisse – fabienne.barroca-paccard@hepl.ch

*** Haute École Pédagogique du canton de Vaud – Suisse – michel.deruaz@hepl.ch

**** Haute École Pédagogique du canton de Vaud – Suisse – francesca.gregorio@hepl.ch

***** Haute École Pédagogique du canton de Vaud et Université de Genève – Suisse – chloe.lemrich@hepl.ch

***** Laboratoire de Didactique André Revuz, Université Paris-Est Créteil – France – cecile.ouvrier-buffet@u-pec.fr

***** Laboratoire de Didactique André Revuz, Université Cergy-Pontoise University – France – florence.peteers@cyu.fr

***** Université de Gênes – Italie – elisabetta.robotti@unige.it

mathématiques (par exemple l'algèbre, cf. Gregorio, 2023) ou à d'autres ensembles de nombres (par exemple les nombres rationnels, cf. Robotti, 2017 ; Bhatia et al., 2023 ; Hunt et al., 2019 ; Houle et Giroux, 2015). Afin de combler ce manque dans la littérature, cet article présente une étude sur l'apprentissage des fractions d'élèves avec MLD scolarisés en 7^e et 8^e année de l'école primaire en Suisse (5^e et 6^e Grade, élèves de 9 à 11 ans). Notre question de recherche est la suivante : quelles sont les difficultés spécifiques d'élèves avec MLD, comparées à celles d'élèves sans MLD, dans l'apprentissage des fractions ?

II. REVUE DE LITTÉRATURE

1. *Troubles de l'apprentissage en mathématiques*

Les troubles de l'apprentissage en mathématiques sont généralement associés à des déficiences cognitives entraînant des difficultés scolaires importantes et persistantes, non imputables à des méthodes d'enseignement inadéquates, à des influences socioculturelles, à des retards de développement ou à des déficiences sensorielles (APA, 2013). Dans le domaine des mathématiques, ces troubles affectent la compréhension des nombres, la mémoire des faits arithmétiques, la précision et la fluidité des calculs, ainsi que le raisonnement mathématique en général. L'acronyme MLD est, en anglais, utilisé de manière polysémique dans l'enseignement des mathématiques, englobant tous les élèves qui, quelles qu'en soient les causes, présentent des difficultés spécifiques ou persistantes dans l'apprentissage des mathématiques. Nous nous appuyons sur la revue de littérature de Deruaz et al. (2020), qui identifie trois utilisations principales de l'acronyme MLD. La première, *Mathematical Disorder*, désigne les élèves présentant un trouble d'apprentissage qui a été diagnostiqué par un professionnel de santé et qui est spécifique aux mathématiques (par exemple, la dyscalculie). La deuxième, *Learning disabilities*, désigne les élèves ayant reçu un diagnostic de trouble d'apprentissage non spécifique aux mathématiques (par exemple, la dyslexie) mais présentant des difficultés importantes en mathématiques. La troisième, *Severe math difficulties*, désignent des élèves qui n'ont pas été diagnostiqués avec un trouble d'apprentissage mais qui présentent d'importantes difficultés en mathématiques, identifiées par exemple par les enseignants ou par des tests passés à l'école.

2. *Apprentissage des fractions*

Les fractions peuvent être interprétées de diverses manières (par exemple comme la partie d'un tout, une division ou un rapport) et représentées sous différentes formes (dessins, écritures symboliques, code verbal ou graduation d'une droite numérique). Ces différentes interprétations et représentations engendrent chez les élèves de nombreuses difficultés d'apprentissage, identifiées et décrites dans de nombreuses recherches (pour une synthèse, voir Lortie-Forgues et al., 2015). Toutefois, seules quelques recherches s'intéressent aux difficultés spécifiques liées à l'apprentissage des fractions rencontrées par les élèves avec MLD. Par exemple, l'étude de Mazzocco et Devlin (2008) révèle que les élèves avec MLD ne maîtrisent pas les différentes représentations des fractions, qu'ils éprouvent des difficultés à associer une représentation visuelle à une représentation plus abstraite, telle que l'écriture symbolique et à utiliser la fraction $1/2$ comme point de repère (pour la comparaison par exemple). De plus, comparativement aux élèves sans MLD, les élèves avec MLD doivent fournir plus d'efforts et prennent davantage de temps pour ordonner des fractions, notamment parce qu'ils maîtrisent moins rapidement les représentations symboliques et privilégient plus longtemps les représentations sous forme de dessins (Mazzocco et Devlin, 2008). Bhatia et al. (2023) ont mené une étude sur les connaissances des fractions chez les adultes avec MLD et ont identifié des connaissances préservées (c'est-à-dire non impactées par leur trouble), par exemple la conversion des représentations

verbales en représentations symboliques, mais qu'ils rencontraient d'importantes difficultés dans les tâches impliquant une droite graduée, des opérations avec des fractions ou la résolution de problèmes et présentaient des patterns d'erreurs spécifiques par rapport aux adultes sans MLD.

III. MÉTHODE

Afin d'identifier les difficultés spécifiques d'élèves avec MLD dans l'apprentissage des fractions, nous avons conçu un test reposant sur un modèle praxéologique du concept de fraction. Nous l'avons ensuite proposé à des élèves avec ou sans MLD. Nous décrivons ci-dessous les différents éléments de notre méthode.

1. Contexte et participants

Nous avons mené une étude en Suisse romande auprès d'élèves scolarisés à l'école primaire. Comme dans de nombreux pays, le système éducatif vise à aller vers une école de plus en plus inclusive (DFJC, 2019). Malgré cette volonté politique, deux systèmes coexistent toujours, celui des écoles et classes inclusives, et celui des écoles ou classes spécialisées. Ainsi, les élèves avec MLD peuvent être scolarisés dans des classes ordinaires, parfois avec un programme adapté ou avec des aménagements spécifiques, mais ils peuvent également être scolarisés dans des classes spécialisées qui regroupent des élèves rencontrant des difficultés scolaires importantes (par exemple si l'écart entre le programme officiel et celui personnalisé de l'élève devient trop grand). Dans notre étude, les données ont été récoltées au sein de classes ordinaires inclusives et de quelques classes spécialisées, chaque classe ayant des élèves avec et des élèves sans MLD.

Dans cet article, nous nous concentrons sur les données d'un sous-ensemble des données collectées. Il s'agit de cinq classes ordinaires d'école primaire de Suisse romande, deux classes de 7^e année (5^e Grade, 9-10 ans) et trois classes de 8^e année (6^e Grade, 10-11 ans). Au total, nous présentons les données de 86 élèves, dont 24 avec MLD que nous avons catégorisés selon les trois types présentés plus haut : 4 élèves présentent un trouble d'apprentissage en mathématiques diagnostiqué (*mathematical disorder*), 8 élèves ont un diagnostic pour un trouble d'apprentissage (*learning disabilities*) avec un fort impact sur les mathématiques et 12 élèves ont des difficultés mathématiques sévères (*severe math difficulties*), sans diagnostic. Dans le programme scolaire suisse, les fractions sont introduites en 7^e année (5^e Grade). Suite à l'apparition de nouveaux moyens d'enseignement officiels (en 2023), les fractions sont introduites par des activités de mesure utilisant une bande d'unité¹. En 8^e année (6^e Grade), de nombreuses tâches de conversion entre registres sont proposées, notamment entre l'écriture fractionnaire et une autre représentation. Quelques résolutions de problèmes sont également proposées. Les opérations avec des fractions ne sont pas enseignées à ce niveau scolaire. Tous les élèves de notre échantillon (avec et sans MLD) ont suivi cet enseignement des fractions (même durée et objectifs communs, cependant, les exigences peuvent être moindres pour les élèves présentant un trouble diagnostiqué et disposant d'un programme personnalisé).

2. Construction du test

Le test utilisé s'appuie sur un test existant, qui a été conçu dans une recherche portant sur l'identification et la caractérisation des difficultés dans l'apprentissage des fractions chez des adultes avec MLD (Bhatia et al., 2023). Il a été construit en utilisant un modèle praxéologique (au sens de Bosch et Gascon, 2005) qui fournit un modèle de la connaissance « *fractions* ». Cinq genres de tâches ont été déterminés et chaque genre de tâches génère plusieurs types de tâches (Tableau 1), à partir de

¹ Il s'agit d'une bande en papier utilisée comme unité pour mesurer d'autres bandes.

différentes variables. Ces variables sont de nature didactique, c'est-à-dire qu'elles influencent la hiérarchie des procédures de résolution (Brousseau, 1997). Cela permet de mettre en évidence différentes stratégies de résolution et donc différentes difficultés, ce qui est essentiel pour un test visant à évaluer les difficultés des élèves. Voici quelques-unes de ces variables et les valeurs qu'elles peuvent prendre :

- Nature du dénominateur : familier (2, 3, 4), non familier (5, 6, 8, 11,...) ou décimal (10)
- Relation entre les fractions : mêmes dénominateurs, dénominateurs multiples ou dénominateurs premiers entre eux.
- Nécessité de trouver une fraction équivalente : oui ou non.
- Registre sémiotique : écriture fractionnaire, code décimal, code verbal, droite graduée.

Grâce à ce modèle praxéologique, 28 questions ont été créées, composées au total de 55 items. Les questions pour chaque type de tâches sont présentées dans le tableau 1 et quelques-unes sont détaillées en annexe (celles identifiées avec * dans le tableau 1).

Tableau 1 – Genres et types de tâches utilisés dans le modèle praxéologique pour la construction du test

Genre de tâches	Type de tâches	Questions du test correspondant
Convertir	Décoder une fraction : d'une quantité à une fraction Coder une fraction : d'une fraction à une quantité	Q1 à Q6, Q10 Q7, Q11
Associer	Associer une fraction à un code verbal Associer un code verbal à une fraction Associer une fraction à une autre fraction (fractions équivalentes) Associer une décomposition à une fraction Associer un code décimal à une fraction Associer une fraction à un code décimal	Q8 Q9* Q13 Q14 Q15* Q16
Ordonner	Comparer une fraction à 1 Comparer deux fractions Ordonner les fractions Intercaler une fraction entre deux nombres	Q12* Q17* Q18, Q19 Q20, Q21, Q22
Opérer	Ajouter des fractions Soustraire des fractions	Q23 Q24
Résoudre des problèmes	Résoudre des problèmes verbaux avec des fractions	Q25* à Q28*

3. Procédure

Le test a été administré en classe entière, par l'enseignant. Les élèves avaient à disposition 45 minutes maximum pour répondre aux questions. Aucun matériel n'a été mis à disposition des élèves, à l'exception du papier et du crayon. Il a eu lieu à la fin de l'année scolaire, les élèves avaient donc déjà étudié les fractions (des types de tâches tels que *convertir*, *associer*, en 7^e année (5^e Grade), *convertir*, *associer*, *ordonner* et *résoudre des problèmes* en 8^e année (6^e Grade).

Après la collecte des données, celles-ci ont été codées en fonction de la justesse des réponses données par les élèves. Cela nous a permis de calculer le taux de réponses correctes par question et par élève. Puis, nous avons partagé les élèves en deux groupes, ceux avec MLD et ceux sans MLD. Nous

avons calculé le taux moyen de réponses correctes par groupe d'élèves, par genre et par type de tâches (Tableau 1).

Dans la partie suivante, nous nous concentrons sur les genres et les types de tâches pour lesquels il existe une différence de performance supérieure de 25 % entre le groupe d'élèves avec MLD et le groupe d'élèves sans MLD. S'agissant de genres et de types de tâches pour lesquels il existe une grande différence entre les deux groupes, nous pouvons supposer qu'il s'agit donc de difficultés caractéristiques des élèves avec MLD.

IV. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Dans les paragraphes suivants, nous allons tout d'abord présenter les réussites globales des groupes d'élèves par genre de tâches. Puis nous procéderons à une analyse plus fine des différences entre les deux groupes d'élèves, en suivant la praxéologie du tableau 1 : pour chaque genre de tâches, nous présenterons les résultats en fonction du type de tâches.

1. Réussite par genre de tâches

Si l'on considère le test dans son ensemble, la performance moyenne des élèves avec MLD (24 élèves) est inférieure à celle des élèves sans MLD (62 élèves) pour 54 items du test (qui en contient 55). Ce résultat, bien que peu surprenant, confirme la bonne répartition des élèves entre les deux groupes et la pertinence du choix des questions du test. En particulier, les élèves sans MLD ont en moyenne 58 % de réponses correctes, alors que les élèves avec MLD en ont 37 % (Tableau 2). La différence entre les scores des deux populations est donc importante, puisqu'elle est de 21 %.

Tableau 2 – Pourcentage de réponses correctes par type de tâches et par groupe d'élèves (avec ou sans MLD)

	Convertir	Associer	Ordonner	Opérer	Résoudre des problèmes	Total du test
Élèves avec MDL	45 %	25 %	43 %	4 %	17 %	37 %
Élèves sans MDL	62 %	48 %	67 %	16 %	43 %	58 %
Différence entre les deux groupes	17 %	23 %	24 %	12 %	26 %	21 %

En ce qui concerne le premier niveau de praxéologie, les genres de tâches n'offrent pas un modèle suffisamment fin pour révéler des différences significatives entre les élèves avec MLD et ceux sans MLD. Le genre de tâches *convertir* est plutôt bien réussi pour les deux groupes d'élèves (moyenne de 45 % de réponses correctes pour les élèves avec MLD et 62 % pour les élèves sans MLD). Le genre de tâches *opérer*, qui n'est pas enseigné à ce niveau scolaire, est moins bien réussi chez les deux groupes d'élèves (4 % pour les élèves avec MLD et 16 % pour les autres). Les trois autres types de tâches présentent des différences de réussite entre les deux groupes plus importants : *associer* (23 %), *ordonner* (24 %) et *résoudre des problèmes* (26 %). L'analyse en fonction du type de tâches permettra de mieux comprendre ce que révèlent ces premiers résultats.

2. Réussite par type de tâches

Le genre de tâches *associer* présente une différence de réussite de 23 % entre les deux groupes, mais deux types de tâches ont une différence de moyenne entre les deux groupes supérieurs à 25 %. Il s'agit de la tâche *associer un code verbal à une fraction* (36 % de différence, Q9) et *associer un code décimal à une fraction*

(36 % de différence, Q15). La question Q9, où il est demandé d'écrire en code verbal la fraction $\frac{6}{10}$, a posé beaucoup plus de difficultés aux élèves avec MLD comparativement à ceux sans MLD. Une erreur fréquente observée est l'inversion du numérateur et du dénominateur. Il s'agit d'une erreur commune concernant les fractions (Lortie-Forgues et al., 2015), que nous avons également retrouvée fréquemment dans des réponses à d'autres questions du test. Une deuxième erreur fréquente à la question Q9 est de confondre le dénominateur requis 10 (*dixième*) avec 2 (demi). Étant donné que nous n'avons pas eu accès au raisonnement des élèves, il nous est impossible de fournir une justification avec certitude. Une première explication possible est que les élèves ont choisi un dénominateur « habituel », qu'ils connaissent depuis de nombreuses années. Une seconde explication pourrait être liée à l'assonance entre les mots « dixième » et « demi » en français. Ce résultat, relatif au type de tâches *associer un code verbal à une fraction*, diffère de ce que Bhatia et al. (2023) avaient trouvé concernant les adultes, à savoir que les adultes avec MLD ne rencontraient aucune difficulté à nommer les fractions présentées sous forme symbolique. Cette différence s'explique peut-être par la différence d'âge et de parcours scolaire des participants des deux études. Nous pouvons donc faire l'hypothèse que cette difficulté typique rencontrée lors de l'introduction des fractions peut être surmontée avec le temps. Cette hypothèse est renforcée par le succès global de l'item parmi les élèves de l'école primaire interrogés : 46 % de réussite chez les élèves avec MLD et 82 % pour ceux sans MLD. La question Q15 demande d'écrire le code décimal de la fraction $\frac{1}{4}$ (soit 0,25). Une erreur courante a été de répondre 1,4, ce qui montre une confusion entre l'écriture fractionnaire et l'écriture décimale, et une mauvaise compréhension du sens de chacune d'elles. Au lieu de considérer un nombre écrit sous forme fractionnaire ou décimale comme un objet unique composé de plusieurs chiffres et symboles (la barre de fraction ou la virgule), il est considéré comme composé de deux nombres indépendants et séparés par un symbole graphique (Lortie-Forgues et al., 2015). En n'associant pas de signification aux formes d'écriture, elles semblent être interchangeable pour les élèves.

En ce qui concerne le genre de tâche *ordonner*, deux types de tâches ont une différence de réussite moyenne entre les deux groupes supérieure à 25 % : *comparer une fraction à 1* (37 % de différence, Q12) et *comparer deux fractions* (26 % de différence, Q17). La question Q12 est constituée de quatre items, chaque item est une fraction (inférieure, supérieure ou égale à 1) qu'il faut comparer à 1. Il s'agit des fractions : $\frac{7}{4}$, $\frac{3}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{9}{6}$. Cette question est globalement bien réussie, en particulier parmi les élèves sans MLD. Ce type de tâches révèle non seulement une différence moyenne de réussite entre les deux groupes d'élèves lorsque les quatre items sont regroupés, mais aussi une différence importante pour chaque item, variant de 32 % à 42 %. Ces résultats corroborent ceux de Mazzocco et Devlin (2008), qui ont constaté que les élèves avec MLD éprouvent plus de difficultés à comparer des fractions par rapport aux élèves sans MLD. La question Q17 comporte quatre items et demande d'identifier la plus grande fraction dans les couples de nombres suivants : $\frac{6}{7}$ et $\frac{4}{7}$ (Q17a); $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ (Q17b); $\frac{2}{5}$ et $\frac{7}{3}$ (Q17c); $\frac{4}{7}$ et $\frac{4}{9}$ (Q17d). Il s'agit d'une question à laquelle les élèves (avec et sans MLD) ont relativement bien répondu, mais pour laquelle il existe une différence importante entre les deux groupes (26 %). Parmi les quatre items, il y a également une certaine variabilité dans les différences de réussite entre les deux groupes d'élèves. Pour la question Q17a, la comparaison entre $\frac{6}{7}$ et $\frac{4}{7}$, la moyenne des réponses correctes est très bonne tant pour les élèves sans MLD (84 %) que pour ceux avec MLD (67 %). La différence de réussite entre les deux groupes d'élèves est faible (17 %). Les fractions à comparer ont le même dénominateur, de sorte que l'appui sur la technique de comparaison valable pour les nombres naturels permet d'avoir la bonne réponse : le numérateur le plus grand correspond au nombre le plus grand. Pour les questions Q17b et Q17c, la réussite des élèves avec MLD diffère de 25 % de celle des

élèves sans MLD. L'item Q17d est beaucoup moins bien réussi que les trois autres : 66 % de réponses correctes pour les élèves sans MLD et 29 % pour les élèves avec MLD, soit une différence significative (37 %). Pour réussir l'item Q17d, il n'est pas possible de s'appuyer sur la technique qui permet d'ordonner des nombres naturels, contrairement à l'item Q17a. En effet, les numérateurs étant égaux, la plus grande fraction est celle qui a le plus petit nombre au dénominateur. Globalement, nos résultats concernant Q12 et Q17 sont cohérents avec la recherche de Bhatia et al. (2013) qui a trouvé que les adultes avec MLD ont plus de difficultés à ordonner et à comparer les fractions, ce qui, d'après nos données, semble déjà être vrai pour les élèves de l'école primaire.

Les élèves avec MLD ont eu beaucoup plus de difficultés avec le genre de tâche *résoudre des problèmes*. Le taux de réussite pour ce type de tâches est de 17 % pour les élèves avec MLD et de 43 % pour les élèves sans MLD. Il y a trois questions pour lesquelles il y a une grande différence entre les deux groupes : Q25 avec 44 % de différence, Q26 avec 25 % et Q27 avec 39 %. Le dernier problème (Q28), composé de deux items, montre moins de différence (Q28a : 13 % et Q28b : 11 %). Ce problème est par ailleurs mal réussi dans les deux groupes. Nous n'entrons pas plus dans les détails des problèmes, car il s'agit d'un genre de tâches qui a été difficile pour tous les élèves (avec MLD ou non). Une des raisons est sans doute que les élèves rencontrent peu de résolution de problèmes avec des fractions dans leur curriculum à l'école primaire. Les résultats que nous pouvons en tirer sont donc partiels. Malgré cette limite, la différence entre les deux groupes, en ce qui concerne la résolution de problèmes, est cohérente avec les résultats de l'étude de Bhatia et al. (2023), qui ont conclu que les adultes avec MLD présentent de moins bonnes performances en résolution de problèmes que les adultes sans MLD. Les difficultés liées à résolution de problème chez les élèves avec MLD semblent donc commencer à l'âge scolaire et perdurer à l'âge adulte.

V. CONCLUSION

Le modèle praxéologique du concept de fraction (Tableau 1), sur lequel est basé le test, utilisé dans notre étude a permis d'identifier certains types de tâches qui mettent en évidence des difficultés spécifiques et caractéristiques d'élèves avec MLD par rapport à des élèves sans MLD. Il s'agit notamment de l'association d'une fraction à un code verbal et décimal, de la comparaison d'une fraction à 1 ou à une autre fraction et de la résolution de problèmes.

Les résultats ci-dessus doivent être pris avec précaution, car ils ne constituent que le début d'un projet de recherche sur les connaissances des fractions d'élèves avec MLD. Seule une petite partie des données a été analysée pour cette communication : des résultats plus précis seront obtenus avec une analyse complète et une comparaison entre trois pays (Suisse, France et Italie). Cette analyse pourrait se poursuivre en utilisant notamment les variables utilisées pour construire le test : par exemple, la nature du dénominateur, la relation entre les fractions, la nécessité de trouver des fractions équivalentes ou le registre sémiotique. Cela permettrait une analyse plus fine et une description complémentaire des difficultés spécifiques des élèves avec MLD. Des analyses statistiques complémentaires et inférentielles seront également conduites afin de distinguer les différences significatives de réussite des différences non significatives (par exemple, une analyse par ANOVA permettrait de prendre en compte le facteur inter-sujets en groupe, avec et sans MLD).

L'identification des difficultés spécifiques des élèves présentant un trouble d'apprentissage en mathématiques sur les fractions est importante pour la prise en charge de ces élèves dans un enseignement à visée inclusive. En effet, sur la base de ces résultats, nous voulons concevoir un ensemble de « situations didactiques inclusives » pour l'enseignement des fractions, c'est à dire des situations pour tous les élèves, prenant en compte leur diversité, en cherchant à adapter leur milieu.

RÉFÉRENCES

- American Psychiatric Association [APA]. (2013) Specific learning disorder. Dans *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5^e éd., p. 66-74). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Bhatia, P., Léone, J., Gardes, M. L. et Prado, J. (2023). Fraction knowledge in adults with persistent mathematics difficulties. *Learning Disability Quarterly*, 47(1), 30-43. <https://doi.org/10.1177/07319487231171380>
- Bosch, M. et Gascón, J. (2005). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. Dans A. Mercier, et C. Margolinas (dir.), *Balises pour la didactique des mathématiques : cours de la 12^e école d'été de didactique des mathématiques* (p. 107-122). La pensée sauvage.
- Brousseau, G. (1997). La théorie des situations didactiques. Dans *Cours donné lors de l'attribution à Guy Brousseau du titre de Docteur Honoris Causa de l'Université de Montréal*. <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2011/06/MONTREAL-archives-GB1.pdf>
- Département de la formation, de la jeunesse et de la culture [DFJC]. (2019). Concept 360°. https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/organisation/dfj/dgeo/fichiers_pdf/concept360/Concept_360.pdf
- Deruaz, M., Dias, T., Gardes, M.-L., Gregorio, F., Ouvrier-Bufferet, C., Peteers, F. et Robotti, E. (2020). Exploring MLD in mathematics education: Ten years of research. *The Journal of Mathematical Behavior*, 60, Article 100807. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100807>
- Gregorio, F. (2023). Algebraic generalisation of a student with MLD: Skills despite difficulties and implications for diagnostic tests. Dans P. Drijvers, C. Csapodi, H. Palmér, K. Gosztonyi et E. Kónya (dir.), *Proceedings of the thirteenth congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13)* (p. 552-559). Alfréd Rényi Institute of Mathematics ; ERME.
- Houle, V. et Giroux, J. (2015). Intervention orthopédagogique en mathématiques fondée sur une approche didactique. Dans A. Adihou, L. Bacon, D. Benoit et C. Lajoie (dir.), *Actes du colloque du GDM2015 « Regards sur le travail de l'enseignant de mathématiques », 20-22 mai 2015, Université de Sherbrooke* (p. 95-108).
- Hunt, J. H., Silva, J. et Lambert, R. (2019). Empowering students with specific learning disabilities: Jim's concept of unit fraction. *The Journal of Mathematical Behavior*, 56, article 100738.
- Lortie-Forgues, H., Tian, J. et Siegler, R. (2015). Why is learning fraction and decimal arithmetic so difficult? *Developmental Review*, 38, 201-221. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.008>
- Mazzocco, M. et Devlin, K. (2008). Parts and 'holes': Gaps in rational number sense among children with vs. without mathematical learning disabilities. *Developmental Science*, 11(5), 681-691. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00717.x>
- Peteers, F., Lemrich, C., Gregorio, F. et Gardes, M.-L. (2023). Cartographie de la recherche en Mathematics Education de 2007 à 2021 sur les troubles et difficultés d'apprentissage en mathématiques. *Revue de Mathématiques pour l'école*, (240), 3-15. <https://doi.org/10.26034/vd.rm.2023.4229>
- Robotti, E. (2017). How the representations take on a key role in an inclusive educational sequence concerning fraction. Dans T. Dooley et G. Gueudet (dir.), *Proceedings of the tenth congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME10)* (p. 3992-3999). DCU Institute of Education ; ERME.

ANNEXE
EXTRAIT DU TEST SUR LES FRACTIONS

Genre de tâches : Associer – Type de tâches : Associer un code verbal à une fraction

Q9	Écris la fraction avec des mots. $\frac{6}{10}$:.....
----	---

Genre de tâches : Associer – Type de tâches : Associer un code décimal à une fraction

Q15	Écris l'écriture décimale de la fraction. $\frac{1}{4} =$
-----	--

Genre de tâches : Ordonner – Type de tâches : Comparer une fraction à 1

Q12	Écris à côté de la fraction si elle est plus petite que 1, égale à 1 ou plus grande que 1. $\frac{7}{4}$ est (item a) ; $\frac{3}{3}$ est (item b) ; $\frac{2}{5}$ est (item c) ; $\frac{9}{6}$ est (item d)
-----	---

Genre de tâches : Ordonner – Type de tâches : Comparer deux fractions

Q17	Entoure la fraction qui est la plus grande. $\frac{6}{7}$ ou $\frac{4}{7}$ (item a) ; $\frac{1}{2}$ ou $\frac{3}{4}$ (item b) ; $\frac{2}{5}$ ou $\frac{7}{3}$ (item c) ; $\frac{4}{7}$ ou $\frac{4}{9}$ (item d).
-----	---

Genre de tâches : Résoudre des problèmes – Type de tâches : Résoudre des problèmes avec des fractions

Q25	Luca a regardé 21 épisodes d'une série télévisée. Chloé en a regardé le tiers. Combien d'épisodes Chloé a-t-elle regardés ?
Q26	Le livreur a déjà distribué 25 paquets. C'est le quart des paquets qu'il doit distribuer. Combien de paquets avait-il avant de commencer sa tournée ?
Q27	Un télésiège comporte 80 sièges. 20 sièges sont déjà occupés par des passagers. Quelle fraction du total des sièges les sièges occupés représentent-ils ?
Q28	Sarah, Pénélope et Adam se partagent une plaque de chocolat. Sarah prend un quart de la tablette, Pénélope en prend les cinq huitièmes et Adam prend ce qui reste. Quelle fraction de la plaque de chocolat Adam a-t-il prise ? (Q28a) Qui a eu le moins de chocolat ? (Q28b)

espace mathématique francophone

COLLOQUE EMF 2025

Montréal
Québec
Canada

Design graphique : Eva Knoll

26-30 mai 2025



L'éducation
face à un monde
en accélération

enjeux, défis et opportunités

Logos of partner organizations: UQAM (Département d'éducation et formation spécialisées, Faculté des sciences, Département de mathématiques, Faculté des sciences de l'éducation), UQAR (Université du Québec à Rimouski), UQAT (Université du Québec à Trois-Rivières), Centre de recherches mathématiques, Canadian Mathematical Society, VECSM, ADEESE, unesco, UQO (Université de Québec en Outaouais), Calcul Québec, CRIFPE CRIFPE-00, ISM, and the International Commission on Mathematical Instruction.

