

Recherches interdisciplinaires, pourquoi, comment ? Le cas des apprentissages en mathématiques

Ce workshop propose d'explorer les apports des recherches interdisciplinaires, en interrogeant à la fois leurs fondements, leurs méthodes et leurs finalités. Pourquoi croiser les regards entre disciplines ? Comment construire des cadres de collaboration réellement féconds ? En prenant appui sur la présentation de différents projets de recherches abordant les apprentissages en mathématiques, il s'agira de montrer pourquoi et comment les contributions issues de champs variés — tels que la psychologie, la didactique, les sciences cognitives ou encore les sciences de l'éducation — permettent de mieux comprendre les processus d'apprentissage, ou de concevoir des interventions plus ciblées et/ou plus adaptées au public visé. Les manières concrètes d'articuler des cadres théoriques et méthodologiques variés seront également exposées.

Premièrement, **Marianne Cottin, Ludovic Arnold, Marie-Caroline Croset, Marie-Line Gardes et Jérôme Prado** nous présenteront un projet de co-conception et évaluation d'une intervention sur tablette pour l'apprentissage du nombre en grande section de maternelle.

Puis, dans une seconde intervention, **Alice Gomez et Joris Mithalal** présenteront le projet DYSDYN (DYS pour dyspraxie, DYN pour dynamique) ciblant les apprentissages en géométrie en cycle 3 chez des élèves dyspraxiques.

Une troisième intervention, réalisée par **Pierre Esclafit, Marie-Caroline Croset et Hamid Chaachoua** exposera des travaux de recherche issus du suivi de cohorte cycle 3 mathématiques Pégase, portant sur l'apprentissage des fractions en CM1-CM2.

Quatrièmement, **Sébastien Caudron, Marie-Caroline Croset et Fanny Gimbert** aborderont la résolution de problème arithmétique verbaux en grande section de maternelle avec le projet ENCORPS, explorant le rôle de différentes représentations du nombre ainsi que l'apport d'apprentissages dits « incarnés », mobilisant le corps et l'action.

Enfin, **Uliana Timina, Fanny Gimbert, Marie-Caroline Croset et Karine Mazens** présenteront la conception d'un dispositif d'enseignement destiné à améliorer les apprentissages en résolution de problèmes arithmétiques verbaux en maternelle, travaux issus du suivi de cohorte cycle 1 mathématiques Pégase.

**Co-conception et évaluation à grande échelle d'une intervention sur tablette pour
l'apprentissage du nombre en grande section de maternelle :
Un exemple d'articulation entre cognition mathématique, didactique des mathématiques
et ingénierie numérique**

Marianne Cottin^{1,2}, Ludovic Arnold¹, Marie-Caroline Croset³, Marie-Line Gardes^{4*}, & Jérôme Prado^{1*}

¹ Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, INSERM U1028 - CNRS, Université de Lyon, France

² Association Agir pour l'École, Paris, France

³ Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

⁴ Haute école pédagogique (HEP) Vaud, Lausanne, Suisse

* Ces auteurs sont tous les deux derniers auteurs

L'apprentissage des mathématiques suit un processus incrémental, où les connaissances émergentes servent de fondement aux compétences ultérieures. Les jeunes enfants ayant des compétences émergentes faibles risquent donc de rencontrer des difficultés à long terme. L'hétérogénéité des niveaux constitue également un défi pour les enseignants, rendant difficile la différenciation des apprentissages. Concevoir une intervention efficace suppose alors d'articuler des regards complémentaires, comme celui de la didactique des mathématiques, pour identifier et structurer les contenus à enseigner, celui de la cognition mathématique, pour comprendre les mécanismes permettant le traitement du nombre, et celui de l'ingénierie numérique, pour traduire ces apports dans un outil adaptatif, utilisable en classe et permettant un feedback individualisé.

L'application développée ciblait notamment la compréhension de la cardinalité, le transcodage, la décomposition des nombres, l'arithmétique, la résolution de problèmes et l'ordinalité. Ses effets étaient testés sur deux échantillons au cours de deux années consécutives. Lors d'une première année, un groupe expérimental a suivi les activités sur la tablette pendant 10 semaines (3 sessions de 30 minutes par semaine), avec une session hebdomadaire où les enseignants, aidés d'une application dédiée, ajustaient leur soutien selon les difficultés des enfants. Lors d'une seconde année, trois groupes expérimentaux ont suivi ces activités pendant 8 semaines selon différentes modalités : (1) quatre sessions hebdomadaires de 30 minutes sur tablette, (2) même protocole que l'année précédente, (3) enseignants reproduisant l'intervention pour la deuxième année consécutive selon le protocole initial. Les compétences des enfants ont été évaluées avant et après l'intervention. Les données ont été analysées via un modèle linéaire hiérarchique. Dans la première intervention, le groupe expérimental ($n=348$) a largement progressé (+0,30ET) par rapport à un groupe témoin ($n=301$). Dans la seconde, les groupes expérimentaux ($n=583$) ont également largement surpassé le groupe témoin ($n=222$) (+0,27ET), sans différence significative entre eux. Au final, ces interventions montrent qu'une intervention ciblée sur les compétences en mathématiques et intégrant un feedback individualisé peut substantiellement améliorer les compétences en mathématiques émergentes.

Au-delà de ces résultats, la présentation reviendra sur ce que chacune des disciplines impliquées a rendu possible et sur les compromis qu'a supposés leur mise en dialogue.

Pourquoi et comment articuler sciences cognitives et didactique ? Le cas des apprentissages géométriques en cycle 3 chez des élèves dyspraxiques

Alice Gomez¹, Joris Mithalal²

¹ Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, INSERM U1028 - CNRS, Université de Lyon, France

² Laboratoire Sciences, Société, Historicité, Éducation et Pratiques, Université de Lyon, France

Le projet DYSDYN, porté conjointement par le laboratoire S2HEP (didactique des mathématiques) et le CRNL (sciences cognitives) en partenariat avec Cabrilog, interroge les conditions d'accès des élèves présentant un Trouble Développementale de la Coordination (TDC) aux apprentissages géométriques du cycle 3. Au-delà de cette finalité en éducation inclusive, il constitue pour nous un terrain d'expérimentation de l'interdisciplinarité dont nous rendrons compte dans cette présentation à deux voix.

Les difficultés spécifiques rencontrées par les élèves avec TDC en géométrie scolaire sont massives mais insuffisamment caractérisées. Les comprendre suppose de distinguer ce qui relève de contraintes développementales propres au trouble (traitement visuospatial, coût moteur, mémoire de travail, planification) de ce qui relève d'un moindre bénéfice d'apprentissages ordinaires peu adaptés à ces élèves. Cette distinction, qui conditionne les pistes envisageables et notamment le recours à la géométrie dynamique, ne peut être traitée ni par la didactique ni par les sciences cognitives prises isolément.

Chacune des deux disciplines dispose en effet d'acquis solides sur une partie du problème, mais laisse hors de son champ d'étude certains des phénomènes en jeu. Les sciences cognitives documentent finement les profils cognitifs associés au TDC et les processus visuospatiaux et moteurs impliqués, mais n'ont pas vocation à analyser les caractéristiques mathématiques des tâches ni leur inscription dans un curriculum. Symétriquement, la didactique des mathématiques analyse les tâches géométriques et les enjeux d'apprentissage indispensables à l'entrée en cycle 4, mais ne prend pas pour objet les mécanismes cognitifs sous-jacents ni le profilage cognitif individuel des élèves.

Le projet articule dès lors les apports de chaque discipline. Les sciences cognitives apportent une modélisation des processus impliqués dans la cognition géométrique, une connaissance fine du développement cognitif typique et des profils associés au TDC, ainsi que les outils méthodologiques afférents. La didactique apporte des cadres théoriques sur la construction des connaissances géométriques, l'analyse a priori des tâches et la conception de situations d'enseignement inscrites dans les programmes et les pratiques de classe. Nous présenterons quelques résultats obtenus à cette croisée, qui illustrent comment la mise en regard de ces cadres permet une lecture à la fois cognitivement interprétable des performances et didactiquement pertinente des tâches.

Nous reviendrons enfin sur ce que cette interdisciplinarité demande au quotidien : acculturation aux approches théoriques de l'autre discipline, cadres de preuve distincts, intégration de données hétérogènes, différences de cultures de publication, complexité de l'encadrement doctoral. Ces frictions, réelles, nous paraissent largement compensées par la complémentarité qu'elles permettent, dont nous discuterons les conditions de réussite. Ce projet est financé par un Pack Ambition Recherche de la Région Auvergne Rhône Alpes.

Évaluer un dispositif d'enseignement des fractions : résultats après une année de suivi longitudinal

Pierre Esclafit¹, Marie-Caroline Croset¹, Hamid Chaachoua¹

¹ Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

Les fractions constituent un obstacle majeur dans l'enseignement des mathématiques en CM1 et en CM2. Dans le cadre de l'action 4 du projet PEGASE, un dispositif d'enseignement et d'apprentissage, co-construit au sein de l'IREMI de Grenoble, a été développé afin de soutenir l'enseignement et l'apprentissage de ce concept. La recherche présentée porte sur l'analyse de la première année d'un suivi longitudinal impliquant une trentaine de classes, dont 10 mettent en œuvre ce dispositif. Elle a pour but d'évaluer les effets sur les apprentissages des élèves, à partir de plusieurs temps de mesure et de tests de connaissances spécifiquement conçus. L'effet du dispositif est étudié à l'aide d'une modélisation statistique : la présentation introduira notamment les principes de la modélisation multiniveaux, permettant de prendre en compte la structure hiérarchique des données (élèves, classes). Elle mettra également en lumière les interactions et les enrichissements entre approches disciplinaires complémentaires (didactique des mathématiques, psychologie et sciences de l'éducation), en particulier dans la conception des ressources d'enseignement et des tests de connaissances. Les résultats de ces analyses, ainsi que les perspectives d'étude, seront présentés et discutés.

Enseigner la résolution de problèmes en GS : une approche interdisciplinaire et incarnée

Sébastien Caudron¹, Marie-Caroline Croset², Fanny Gimbert³

¹Laboratoire de Psychologie et de NeuroCognition, Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, France

²Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

³Laboratoire de Recherche sur les Apprentissages en Contextes, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

Le projet ENCORPS s'intéresse à l'enseignement précoce de la résolution de problèmes arithmétiques en grande section de maternelle, en explorant le rôle de différentes représentations du nombre ainsi que l'apport d'apprentissages dits « incarnés », mobilisant le corps et l'action.

Pour répondre à ces questions, le projet s'appuie sur la conception et l'expérimentation de séquences d'enseignement. Celles-ci ont été co-construites avec des enseignants et des formateurs. Elles s'appuient à la fois sur des hypothèses issues des sciences cognitives, notamment concernant le rôle de l'utilisation du corps et de l'action dans les apprentissages, sur des cadres didactiques permettant d'analyser les types de problèmes, de structurer les usages du nombre et d'organiser la progression des tâches, ainsi que sur des apports des sciences de l'éducation autour de l'enseignement explicite comme principe de structuration des séances. Cette articulation se prolonge dans le dispositif expérimental, qui compare plusieurs conditions d'enseignement (cardinal, linéaire, combiné, avec ou sans activités motrices) selon un protocole pré-test / post-test.

Ce projet constitue ainsi un terrain privilégié pour l'interdisciplinarité. Il met en évidence l'intérêt d'un croisement de cadres pour penser conjointement la conception des dispositifs d'enseignement et l'analyse des processus d'apprentissage permettant de produire des connaissances à la fois robustes du point de vue scientifique et mobilisables pour la classe.

L'interdisciplinarité au service de la résolution de problèmes : conception d'un dispositif pour l'école maternelle

Uliana Timina¹, Fanny Gimbert², Marie-Caroline Croset³, Karine Mazens¹

¹Laboratoire de Psychologie et de NeuroCognition, Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, France

²Laboratoire de Recherche sur les Apprentissages en Contexte, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

³Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

La résolution de problèmes arithmétiques verbaux, comme « Jeanne a 3 pommes et Paul en a 2. Combien de pommes ont-ils ensemble ? », constitue une tâche complexe pour les jeunes élèves. Elle mobilise simultanément des compétences langagières, des compétences en calcul, des fonctions exécutives (notamment la mémoire de travail) ainsi que des compétences mathématiques élémentaires. Les repères de milieu de CP (2026) indiquent que cette compétence est la moins bien maîtrisée par les élèves et qu'elle présente les écarts de performance les plus importants entre les élèves scolarisés en éducation prioritaire (REP, REP+) et ceux hors éducation prioritaire. Or, les apprentissages mathématiques étant cumulatifs, les difficultés précoces tendent à s'accroître au fil du parcours scolaire. Il apparaît donc essentiel que l'enseignement prenne en charge la résolution de problèmes verbaux avant même l'entrée en CP, afin de favoriser la réussite de tous les élèves, en particulier des plus fragiles. La question se pose alors : comment aborder l'apprentissage de la résolution de problèmes à l'école maternelle et comment faire progresser les élèves ? Pour y répondre, un travail interdisciplinaire a été mené, reposant sur une co-construction du dispositif. Celui-ci a été élaboré et validé par des enseignant·e·s-chercheur·e·s issu·e·s de différents domaines (psychologie, didactique des mathématiques, sciences de l'éducation), en collaboration avec des acteurs de terrain (groupe de travail IREM, conseillers pédagogiques de circonscription, enseignant·e·s). Une étude longitudinale est actuellement menée dans 150 classes de l'Isère, avec des interventions du dispositif en moyenne et grande section. Lors de ce workshop, nous présenterons les choix méthodologiques qui ont guidé la conception et la mise en œuvre du dispositif. Nous détaillerons notamment le cadre de l'étude, les modalités d'intervention en classe ainsi que les outils de mesure utilisés. Nous terminerons par la présentation des premiers résultats issus de l'étude pilote.