

BILAN DU PROJET SPÉCIAL 3

NEUROSCIENCES ET DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

| RODITI* ÉRIC, BARALLOBRES** GUSTAVO, GARDES*** MARIE-LINE ET MAHEUX****

JEAN-FRANÇOIS

Les recherches en neurosciences cognitives qui traitent de questions d'éducation se développent. Parallèlement, les neuroscientifiques occupent une part croissante de l'espace médiatique dédié à l'éducation, et, dans différents pays, ils intègrent les instances qui influencent les décideurs. Le champ de recherche se spécialise, avec notamment le développement des neurosciences éducationnelles.

I. DÉBUTS D'UNE RÉFLEXION DIDACTIQUE AU SUJET DES NEUROSCIENCES DANS LE CADRE DE L'EMF : COTONOU, 2022

Durant le colloque de l'EMF qui s'est tenu à Cotonou (Bénin) en 2022, un dispositif de « discussion programmée » a été inauguré. Ce dernier a été mis à profit pour proposer aux participants de s'interroger sur le thème : « neurosciences cognitives et didactique des mathématiques ». Les cinq présentations suivantes ont ouvert cette discussion programmée : 1°/ G. Barallobres et L. Bergeron : *Positionnement(s) des chercheurs en neurosciences cognitives vis-à-vis de l'éducation et plus particulièrement de l'enseignement des mathématiques* ; 2°/ J.-F. Maheux : *Objets de recherche, méthodes et données produites : de la psychologie du développement aux neurosciences cognitives et réflexion du point de vue de l'éducation mathématique* ; 3°/ J. Giroux : *Différentes approches de la difficulté d'apprentissage en mathématiques et de l'intervention scolaire selon l'ancrage scientifique : psychologie, didactique et neurosciences cognitives* ; 4°/ É. Roditi : *Analyse d'une recherche en neurosciences cognitives sur la comparaison des nombres décimaux* ; 5°/ M.-L. Gardes : *Intérêts d'une collaboration entre chercheurs en didactique des mathématiques et chercheurs en neurosciences cognitives : témoignages et réflexions*.

À partir de ces cinq présentations, de nombreuses questions ont été discutées. En quoi les recherches en neurosciences cognitives se distinguent-elles ou se rapprochent-elles de celles développées en didactique des mathématiques quant à l'approche des questions éducatives ? La production en didactique est-elle prise en compte dans les recherches en neurosciences cognitives, comment ? Les résultats de ces recherches peuvent-ils nous conduire à modifier nos problématiques, voire nos méthodes ? Si oui, dans quel sens ? Comment les neurosciences abordent-elles les troubles de l'apprentissage en mathématiques et quelles propositions didactiques suggèrent-elles ? Les recherches en neurosciences cognitives renouvellent-elles les apports de la didactique ? La didactique des mathématiques pourrait-elle tirer parti des travaux en neurosciences, à quelles conditions, suivant quelles précautions ? Pour quels objectifs et selon quelles modalités, didacticiens des mathématiques et neuroscientifiques pourraient-ils s'engager conjointement dans des recherches interdisciplinaires ?

De cette première expérience a émergé l'importance, en didactique des mathématiques, de réfléchir à ces recherches, et de le faire en s'associant à des chercheurs d'horizons différents. Lors de la rencontre

* Université Paris Cité, EDA, F-75006 Paris – France – eric.roditi@u-paris.fr

** Université du Québec à Montréal – Canada – barallobres.gustavo@uqam.ca

*** Haute École Pédagogique de Lauzanne – Suisse – marie-line.gardes@hepl.ch

**** Université du Québec à Montréal – Canada – jfuqam@gmail.com

de l'EMF à Montréal en 2025, la réflexion amorcée en 2022 s'est prolongée dans le cadre d'un nouveau « Projet spécial ».

II. PROLONGEMENTS DE LA RÉFLEXION SUR NEUROSCIENCES ET DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES : MONTRÉAL, 2025

Sept présentations ont été discutées lors des trois séances consacrées à ce Projet spécial. À une ou plusieurs voix, elles ont engagé des didacticiens et didacticiennes des mathématiques bien sûr, mais aussi — et c'était le souhait des organisateurs — des collègues inscrivant leurs travaux dans d'autres champs scientifiques : neurosciences cognitives, psychologie du développement, mathématiques et histoire des mathématiques.

La présentation de **J.-F. Maheux** était intitulée *Travaux sur le système nerveux et didactique des mathématiques, le cas du concept de « représentation » et de l'énaction*. L'auteur est intervenu sur les questions soulevées par les neurosciences pour la recherche en éducation, et en didactique des mathématiques en particulier. Sa présentation a porté sur la possibilité de mettre en lien des travaux en imagerie cérébrale afin de questionner ou d'inspirer des recherches dans notre domaine. Dressant un parallèle avec le travail de Brousseau autour du concept de « représentation » tiré de la psychologie, l'auteur développe le cas de la théorie de l'énaction qui, basée entre autres sur l'étude du système nerveux, informe ses propres recherches en soutenant une déconstruction de concepts / phénomènes (dont celui de « représentation »).

M.-L. Gardes, M.-C. Croset, J. Prado et A. Samson ont proposé une présentation intitulée *Articuler des méthodes de recherche en didactique des mathématiques et en sciences cognitives : un exemple de conception et validation d'un test*. Le test cité en exemple portait sur les premiers apprentissages du nombre, et deux questions principales ont été discutées à son sujet. La première porte sur le travail pluridisciplinaire effectué pour que l'ensemble du champ des premières compétences numériques (telles que perçues en neurosciences cognitives et en didactique des mathématiques) soit bien évalué. La seconde question abordée est celle de la validation du test, pour laquelle les critères sont différents suivant les disciplines.

Toujours sur la question de l'apprentissage du nombre, mais en concentrant l'attention sur l'activité de comptage des jeunes enfants, **J. Fanjat et É. Roditi** ont partagé leur recherche par une présentation intitulée *Interrogations didactiques à propos de la ligne numérique mentale*. La ligne numérique mentale est un concept issu de la psychologie qui connaît un développement actuel en neurosciences cognitives, en particulier quant à son orientation innée de gauche à droite. Certains auteurs supposent un lien entre cette orientation et le sens du comptage effectué sur une collection d'objets alignés. Une expérimentation a été conduite pour interroger ce lien avec une perspective didactique : le nombre avait une fonction dans la réalisation de la tâche, et l'efficacité de la réalisation dépendait du sens du comptage.

Encore sur l'acquisition des premiers nombres, la présentation de **D. Silva Labra** était intitulée *Compter c'est prendre en compte : le défi de la constitution de l'unité numérique et de la multiplicité d'uns de la numération pour les neurosciences dans l'éducation mathématique*. Après un retour historique qui montre qu'il a fallu attendre la Renaissance pour que « un » prenne le statut de nombre en mathématiques, l'auteur interroge divers supports pédagogiques allant de manuels diffusés au milieu du XX^e siècle jusqu'à des logiciels récemment mis au point par des équipes de neuroscientifiques. Il apparaît que la notion de nombre n'est pas pleinement partagée.

La différence de point de vue scientifique est mise à profit dans une recherche en cours présentée par **A. Gomes, J. Mithalal et L. Hanssen**. La présentation qui en a été effectuée s'intitule *Troubles de*

la coordination et visualisation en géométrie : le cas d'une collaboration entre sciences cognitives et didactique des mathématiques ; elle propose une exploration de la relation entre la visualisation en géométrie et les troubles de la coordination motrice (dyspraxie) à travers une collaboration entre sciences cognitives et didactique des mathématiques. La question des difficultés spécifiques rencontrées par les élèves dyspraxiques lorsqu'ils abordent des tâches géométriques y est traitée, ainsi que celle des aménagements didactiques et instrumentaux susceptibles de leur permettre d'accéder efficacement aux apprentissages en géométrie.

La question des différences disciplinaires relatives à un « même » objet est aussi soulevée par **C. Lemrich, M.-L. Gardes et E. Sander** dans leur présentation intitulée *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*. Les auteurs interrogent, à propos des fractions, comment et avec quelles différences la notion de « conception » est utilisée, en didactique des mathématiques et en psychologie du développement, dans le but de comprendre et prédire les comportements des individus dans des situations d'apprentissage.

La différence de point de vue disciplinaire est également à l'origine de la présentation de **M. Guenais** intitulée *Évaluations nationales au CP en mathématiques en France : biais et impacts sur le traitement des données issues du dispositif EVALAIDE*. Avec son regard de mathématicienne, l'autrice examine le contenu des évaluations à l'entrée au cours préparatoire (élèves de 6 ans) conçues par le Conseil scientifique de l'Éducation nationale présidé par le neuroscientifique Stanislas Dehaene. M. Guenais montre que les questions d'évaluation n'évaluent pas toujours des compétences mathématiques, c'est le cas notamment des questions qui prétendent porter sur des apprentissages en géométrie. Elle montre également que les formats de réponses, davantage issus de tests psychométriques que d'évaluations scolaires, rendent difficiles les interprétations des réponses des élèves quant à leurs acquis en mathématiques. Elle montre enfin que l'évaluation valorise une attitude compétitive, génératrice de stress et particulièrement défavorable aux filles. Ce dernier point la conduit à interroger les prétendues différences entre filles et garçons en mathématiques, différences imperceptibles dans beaucoup d'autres évaluations en France.

Ces sept présentations ont été discutées par la quarantaine de personnes réunies pour ce « projet spécial ».

III. UNE DIVERSITÉ D'INTÉRÊT POUR LE LIEN ENTRE DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES ET NEUROSCIENCES COGNITIVES

En lien avec ces sept présentations, les personnes qui ont participé au « SPE 3 » ont témoigné d'une certaine diversité de manières de s'intéresser aux liens entre neurosciences cognitives et didactique des mathématiques. Une première d'entre elles relève de la connaissance des orientations des chercheurs qui traitent d'objets mathématiques et de leur apprentissage, notamment en psychologie du développement et en neurosciences. Il apparaît nécessaire que des chercheurs poursuivent des analyses précises de travaux menés dans ces champs, de leurs théories et méthodes sous-jacentes pour armer les chercheurs et les enseignants face aux discours auxquels ils sont confrontés. Les participants ont souligné l'importance que des didacticiens continuent de s'expliquer sur ce qui les conduit à des emprunts ou des inspirations issues d'autres disciplines, mais aussi à des controverses lorsque les différences conduisent à des divergences. Le « projet spécial » a renouvelé la réflexion sur les questions de pluridisciplinarité et d'interdisciplinarité. Il apparaît toutefois que le dénominateur commun aux préoccupations exprimées n'est pas tant la nature des collaborations de recherche que la question des objets sur lesquels les recherches portent, avec leurs spécificités scientifiques, un intérêt commun.