

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

Résumé | À partir des écrits scientifiques sur l'utilisation du matériel de manipulation en mathématiques, notre recherche doctorale vise à identifier les conditions et les contraintes d'utilisation de ce matériel afin de mieux outiller les enseignants. En nous appuyant sur la recherche théorique et une méthode d'analyse propositionnelle de discours, combinées avec des méthodes d'analyse sémantique et structurale, nous allons dégager ces conditions et contraintes en lien avec les niveaux de l'échelle de codétermination didactique.

Mots-clés : matériel de manipulation, artéfact historico-culturel, matériel concret, outil mathématique, objet physique.

Abstract | Based on scientific writings on the use of manipulative materials in mathematics, our doctoral research aims to identify the conditions and constraints of using these materials to better equip teachers. By relying on theoretical research and a propositional discourse analysis method, combined with semantic and structural analysis methods, we will identify these conditions and constraints in relation to the levels of the didactic codetermination scale.

Keywords: Manipulative material, artifact historic-cultural, concrete material, mathematical tool, physical object.

I. PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE

Dès le primaire, les enseignants abordent différents concepts mathématiques avec leurs élèves. Pour ce faire, des enseignants invitent les élèves à utiliser des matériels de manipulation variés pour représenter différents objets mathématiques comme les nombres. Depuis la mise en place du programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ) en 2002, des mesures concrètes ont été prises pour améliorer la qualité de l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques dans les différents cycles du primaire (MELS, 2002). En 2009, le ministère de l'Éducation du Québec a doté les enseignants du primaire d'un document qui prescrit une progression des apprentissages en mathématiques au primaire (PDA_PFÉQ). Cette progression a été mise en place par le gouvernement dans le but d'améliorer la réussite scolaire des élèves et amène, encore aujourd'hui, les enseignants à revoir leurs manières de concevoir les situations d'apprentissage et d'enseignement. Avec l'objectif de soutenir le développement des compétences mathématiques des élèves, le ministère de l'Éducation a produit, en 2019, un Référentiel d'intervention en mathématique (RIM). Malgré l'importance que le matériel de manipulation revêt en contexte de classe, plusieurs auteurs consultés (Carbonneau, Marley et Selig, 2013 ; O'Meara, Johnson et Leavy, 2020 ; Puchner, Taylor, O'Donnell et Fick, 2010 ; Uribe-Flórez et Wilkins, 2017) soutiennent qu'un effort doit être fait pour soutenir les enseignants dans sa mise en place et son utilisation et c'est à ça que nous nous intéressons dans le cadre de cette recherche. À la lumière de ces constats faits par différentes personnes autrices, nous avons analysé les documents institutionnels et dressé un panorama des écrits scientifiques autour du matériel de manipulation.

* Doctorant – Université de Laval – Canada – babatounde-maurice.agbatchi.1@ulaval.ca

** Directrice de thèse – Université Laval - Canada – claudia.corriveau@fse.ulaval.ca

*** Co-directrice de thèse – Université du Québec à Montréal – Canada – jeannotte.doris@uqam.ca

Nous avons observé dans divers documents institutionnels (MELS, 2002 ; MELS, 2009 ; MEES, 2019) l'importance accordée au matériel de manipulation pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Ces documents mentionnent à plusieurs reprises l'utilisation de ce matériel, qui est ainsi prescrite dans les programmes. Toutefois, la manière de l'utiliser est laissée à la discrétion des enseignants et enseignantes (Poisard, Valdivieso, Robin, Riou-Azou et Le Guen, 2022 ; Tholence, 2022).

Dans le domaine de la recherche, trois enjeux principaux émergent des écrits sur le matériel de manipulation en mathématiques. Le premier est la polysémie de ce matériel, nécessitant un accompagnement des enseignants pour aider les élèves à faire le lien avec les concepts mathématiques (Bartolini et Martignone, 2020). Le deuxième enjeu concerne l'âge approprié pour utiliser ce matériel, avec des avis divergents sur son efficacité selon l'âge des élèves. Ross et al. (2020) soutiennent que l'âge est un facteur à considérer lors du choix du matériel. En revanche, Carbonneau et al. (2013) remettent en question la corrélation entre l'âge et l'efficacité du matériel. Enfin, le troisième enjeu porte sur la formation et les connaissances mathématiques des enseignants, soulignant le besoin d'accompagnement pour une utilisation efficace du matériel en classe. Certaines recherches adoptent une perspective déficitaire pour expliquer les ambiguïtés dans l'utilisation du matériel, attribuées au manque de connaissances des enseignants sur le moment et la manière d'utiliser ce matériel (Puchner et al., 2010 ; Swan et Marshall, 2010).

En conclusion, aborder ces enjeux permet de donner un aperçu des conditions et des contraintes sous-jacentes à l'utilisation du matériel de manipulation en mathématiques. Cependant, cela soulève également des questions. L'exploration des documents institutionnels et des recherches nous conduit à formuler notre objectif : **dégager dans la littérature scientifique les conditions et contraintes d'utilisation du matériel de manipulation afin de mieux outiller les enseignants.**

II. PREMIERS ÉLÉMENTS DE NOTRE CADRE CONCEPTUEL

Lors de cette présentation par affiches, nous explorons la définition du matériel de manipulation en mathématiques, au cœur de notre recherche doctorale. Pour mieux comprendre cet objet, nous avons analysé des articles scientifiques qui en fournissent diverses définitions. Ces définitions varient selon que l'étude se concentre sur l'utilisation du matériel par les élèves, les enseignants ou les futurs enseignants, ou sur un concept mathématique spécifique. Ce faisant, nous avons élaboré un tableau pour identifier des thèmes communs (voir figure 1 pour un extrait du tableau).

Auteurs (année)	Pages	Définition
Bartolini et Martignone (2020)	p.487	« Mathematical manipulatives are artifacts used in mathematics education. They are designed to be used in order to represent, model, or demonstrate mathematical concepts or processes in a concrete, physical, or virtual form. »
Watt, Douglas et George (2021)	p.7	« Swan and Marshall (2010) define a mathematical manipulation as "an object that can be used by an individual to represent numbers, things which, numbers, and processes." »
	p.8	« The mathematical learning of mathematics, mathematical tools or manipulatives such as counters, base-ten blocks, pattern blocks, must be indispensable features of the classroom to help students learn and understand mathematical ideas, concepts, mathematics, and mathematical thinking. » (National Council of Teachers of Mathematics, 2014, p. 70) »
Chen et al. (2017)	p.2	« Manipulatives are concrete objects that are commonly used in elementary classrooms to help students understand mathematical concepts. » (Typically, manipulatives are intended to represent specific mathematical concepts. These are blocks, for example, are blocks specially designed to represent the denominations in the decimal number system (i.e., ones, tens, hundreds, and so on). »
Hindes et al. (2021)	p.138	« Manipulatives are physical objects designed to represent mathematical concepts and the students could use them to learn mathematical concepts. » (Furniss & Worsell, 2017) and the students could use them to learn mathematical concepts. » (Hindes et al., 2017). »

Figure 1 – Extraits du tableau des définitions (le QUOI est surligné en jaune, le QUI en turquoise, le POURQUOI en vert et le COMMENT en rose).

En analysant des articles, diverses questions ont émergé concernant les définitions du matériel de manipulation en mathématiques. Ces définitions incluent des explications sur ce qu'est le matériel, qui l'utilise, son utilité et la manière dont il est utilisé. Quatre éléments clés ont été identifiés : **Quoi** (qu'est-

ce que le matériel de manipulation ?), **Qui** (qui l'utilise ?), **Pourquoi** (à quoi sert-il ?) et **Comment** (comment est-il utilisé ?).

L'étude des diverses définitions a permis de dégager de notre corpus quatre quasi-synonymes du matériel de manipulation à savoir objet, artéfact, outil et matériel (*object, artifact, tool, material, traduction libre*). Pour ce qui est des différents sens, on peut remarquer que chacun des mots utilisés apporte un éclairage différent. En effet, le terme **objet** est souvent utilisé lorsque le matériel de manipulation est directement lié à l'élève. Dans le contexte de l'enseignement des mathématiques, certains auteurs ajoutent des qualificatifs comme *concret* (Hurst et Linsell, 2020 ; Meke et al., 2018 ; Uribe-Flórez et Wilkins, 2017) ou *physique* (Hurst et Linsell, 2020 ; Larbi et Mavis, 2016 ; Uribe-Flórez et Wilkins, 2017) pour préciser le sens du matériel de manipulation. Un objet concret ou physique est un objet tangible que les élèves peuvent toucher et manipuler directement (Hurst et Linsell, 2020).

Le terme **artéfact** désigne une création humaine avec une intention pédagogique. Bartolini et Martignone (2020) identifient deux classifications : concret/virtuel et historico-culturel/artificiel. La classification concrète inclut les matériels de manipulation historico-culturels et artificiels, tandis que la catégorie virtuelle se réfère aux matériels de manipulation numériques. La catégorie concrète est associée au matériel de manipulation physique.

Le terme **outil** est utilisé pour accomplir une tâche et peut avoir plusieurs significations selon le contexte. Par exemple, une voiture peut être un outil de travail. Les personnes autrices utilisent le terme *outil* pour souligner que le matériel de manipulation sert à agir ou à effectuer un travail en mathématiques. Des qualificatifs comme *outil mathématique* (Boggan et al., 2010) et *outil pédagogique* (Larbi et Mavis, 2016) sont couramment utilisés dans les articles.

Enfin, le terme **matériel** est utilisé pour désigner des interactions physiques avec des éléments visuels et textuels. En anglais, on utilise *manipulative* ou *materials*. Laski et al. (2015) parlent de *matériel concret* comme des blocs ou des tuiles, utilisés pour illustrer des concepts mathématiques ou soutenir des procédures. Ces matériels aident les élèves à visualiser et expérimenter les principes mathématiques de manière concrète, renforçant ainsi leur compréhension.

De plus, l'analyse des définitions des articles consultés met en lumière la raison d'être et les diverses fonctions du matériel de manipulation en mathématiques. Ces fonctions sont très variées selon les différentes définitions et perspectives des auteurs. Le matériel sert à l'apprentissage des concepts mathématiques (Boggan et al., 2010 ; Hidayah et al. 2021), à la compréhension des concepts mathématiques (Griffiths et al., 2017 ; Meke et al., 2018 ; Swan et Marshall, 2010), à l'exploration, acquisition ou études des concepts et processus mathématiques (Bartolini et Martignone, 2020 ; Hurst et Linsell, 2020), à la concrétisation des concepts abstraits (Uribe-Flórez et Wilkins, 2017), à la résolution problème (Murphy, 2017 ; Uribe-Flórez et Wilkins, 2017) et à la représentation des concepts ou processus mathématiques (Hidayah et al. 2021; Uribe-Flórez et Wilkins, 2017). En conclusion, l'analyse des diverses définitions de l'utilisation du matériel de manipulation en mathématiques révèle la grande variété de ses fonctions. Nous avons identifié ces fonctions et émettons l'hypothèse qu'elles nous aideront à déterminer, dans les différents articles de notre corpus, les conditions et contraintes liées à l'utilisation du matériel de manipulation en mathématiques, ainsi que les unités d'analyse à identifier.

III. CONCLUSION

Pour mieux comprendre le matériel de manipulation en mathématiques et identifier les conditions et contraintes de son utilisation, nous avons analysé les définitions issues de notre corpus de publications scientifiques. Cette analyse a révélé des quasi-synonymes et des fonctions variées du

matériel dans l'apprentissage des mathématiques au primaire. Ces éléments serviront à constituer notre corpus d'articles à analyser et à identifier les unités d'analyse dans les articles sélectionnés.

RÉFÉRENCES

- Bartolini, M. G. et Martignone, F. (2020). Manipulatives in mathematics education. Dans S. Lerman (dir.), *Encyclopedia of mathematics education* (p. 487-494). Springer International.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_93
- Boggan, M., Harper, S. et Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional Pedagogies*, 3, 1-6.
- Carbonneau, K. J., Marley, S. C. et Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 380-400.
<https://doi.org/10.1037/a0031084>
- Griffiths, R., Back, J. et Gifford, S. (2017). *Using manipulatives in the foundations of arithmetic*. Nuffield Foundation. <https://www.nuffieldfoundation.org/project/using-manipulatives-in-the-foundations-of-arithmetic-2>
- Hidayah, I., Isnarto, Masrukan, Asikin, M. et Margunani. (2021). Quality management of mathematics manipulative products to support students' higher order thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(1), 537-554. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1282131.pdf>
- Hurst, C. et Linsell, C. (2020). Manipulatives and multiplicative thinking. *European Journal of STEM Education*, 5(1), article 4. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/8508>
- Larbi, E. et Mavis, O. (2016). The use of manipulatives in mathematics education. *Journal of Education and Practice*, 7(36), 53-61.
- Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C. et Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science and montessori education. *SAGE Open*, 5(2). <https://doi.org/10.1177/2158244015589588>
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur [MEES]. (2019). *Référentiel d'intervention en mathématique*. Gouvernement du Québec.
- Meke, K. D. P., Wutsqa, D. U. ET Alfi, H. D. (2018). The effectiveness of problem-based learning using manipulative materials approach on cognitive ability in mathematics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097, article 012135. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012135>
- Ministère de l'Éducation [MEQ]. (2002). *Programme de formation de l'école québécoise. Domaine de la mathématique, de la science et de la technologie*. Gouvernement du Québec.
http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_mathematique-primaire.pdf
- Ministère de l'Éducation [MEQ]. (2009). *Progression des apprentissages*. Gouvernement du Québec.
http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PDA_PFEQ_mathematique-primaire_2009.pdf
- Murphy, J. (2017). *The application of manipulatives in the writing process*. California State University, San Marcos.
- O'Meara, N., Johnson, P. et Leavy, A. (2020). *A comparative study investigating the use of manip.pdf*.
<https://documentcloud.adobe.com/spodintegration/index.html?locale=fr-fr>

- Poisard, C., Valdivieso, F., Robin, R., Riou-Azou, G. ET Guen, P. L. (2022). Des ateliers mathématiques dans les classes : manipuler et jouer pour apprendre. *Mediterranean Journal of Education*, 2(2), 47-57.
- Puchner, L., Taylor, A., O'Donnell, B. et Fick, K. (2010). Teacher learning and mathematics manipulatives : A collective case study about teacher use of manipulatives in elementary and middle school mathematics lessons. *School Science and Mathematics*, 108, 313-325.
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2008.tb17844.x>
- Swan, P. et Marshall, L. (2010). *Revisiting Mathematics Manipulative Materials*.
<https://documentcloud.adobe.com/spodintegration/index.html?locale=fr-fr>
- Tholence, M. (2022). *Les effets du matériel de manipulation sur les apprentissages mathématiques au cycle 1*. Institut national supérieur du professorat et de l'éducation – Académie de Grenoble.
<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03703819/document>
- Uribe-Flórez, L. J. et Wilkins, J. L. M. (2017). Manipulative use and elementary school students' mathematics learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(8), 1541-1557.
<https://doi.org/10.1007/s10763-016-9757-3>