



HAL
open science

Peut-on améliorer l'apprentissage des mathématiques au primaire avec des activités basées sur l'estimation numérique et le sens du nombre?

Bruno Vilette, Samantha Meyer, Marie Hild

► To cite this version:

Bruno Vilette, Samantha Meyer, Marie Hild. Peut-on améliorer l'apprentissage des mathématiques au primaire avec des activités basées sur l'estimation numérique et le sens du nombre?. L'évaluation en éducation et en formation face aux transformations des sociétés contemporaines, Association pour le développement des méthodologies d'évaluation en éducation (ADMEE-Europe), Jan 2018, Luxembourg Belva Campus, Luxembourg. hal-04247178

HAL Id: hal-04247178

<https://hal.univ-lille.fr/hal-04247178v1>

Submitted on 18 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vilette, B., Meyer, S. & Hild, M. (2018). Peut-on améliorer l'enseignement des mathématiques au primaire avec des activités basées sur l'estimation numérique et le "sens du nombre" ? Symposium au 30e colloque de l'ADMEE-Europe *L'évaluation en éducation et en formation face aux transformations des sociétés contemporaines*. Campus Belval, 10-11-12 janvier 2018. Université du Luxembourg,

En psychologie du développement et de l'éducation, de nombreuses expériences d'entraînement ont déjà été réalisées pour améliorer les habiletés mathématiques (Thevenot et Masson, 2013). Toutefois la plupart de ces recherches sont limitées, dans le temps et aux effets des processus spécifiques entraînés. De plus, les apports de ces travaux n'ont jamais été intégrés dans un programme d'enseignement global des mathématiques. De même, pour la didactique des mathématiques, rares, voire quasi-inexistantes, sont les recherches fondées sur l'étude des effets de l'ensemble d'un curriculum.

La présente recherche vise, pour la première fois en France, à étudier à grande échelle les effets d'une nouvelle progression mathématique en CP fondée sur les apports de la psychologie du développement, des neurosciences et de la didactique des mathématiques. Cette progression, intitulée *Arithmétique et Compréhension à l'Ecole élémentaire* (ACE), coordonne les activités mathématiques proposées au CP dans quatre directions.

La première est celle du développement de l'estimation et des représentations analogiques approximatives qui sollicite, chez les élèves, le sens du nombre et du calcul (Dehaene, 2010 ; Fayol, 2013). La mise en correspondance répétée des représentations analogiques avec les représentations symboliques des nombres et des signes arithmétiques permet des calculs arithmétiques "sensés" (par exemple, une soustraction dans N ne peut accroître le plus grand opérande) et accompagne la réussite des apprentissages mathématiques (Vilette, 2008 ; 2016).

La seconde direction consiste notamment à privilégier l'apprentissage conceptuel de la composition-décomposition des nombres (Ma, 2010). Pour cela, les élèves apprennent en particulier à manipuler divers systèmes de représentation et d'écritures symboliques (par exemple, dans la comparaison de $3 + 4$ et 6 , ou de $3 + 4 + 2$ et $5 + 2 + 4$, etc.) au sein de situations évolutives sur une longue durée (Brousseau, 1998 ; Sensevy et al. 2015).

La troisième direction concerne la résolution de problèmes à énoncé verbal, où l'accent est mis sur l'analyse des propriétés et relations des objets de la situation et sur les possibilités de recodage sémantique d'une situation-problème donnée vers un codage plus abstrait et général (Sander et Richard, 2005 ; Sander, 2008 ; 2012). Le recodage sémantique réfère à la manière

dont l'élève est susceptible de dépasser une compréhension spontanée de l'énoncé d'un problème fondée sur ses seules connaissances quotidiennes pour développer de nouvelles conceptions mathématiquement plus pertinentes et conformes aux objectifs de l'enseignement (Sander, 2012, 2016 ; Gamo, Sander et Richard, 2010 ; Richard et Sander, 2015).

Impliquée dans chacune des trois autres, qui contribuent également à la développer, la quatrième direction renvoie à la nécessité d'une pratique quasi-quotidienne du calcul mental qui consolide les connaissances déclaratives et automatise les connaissances procédurales (Fischer, 1998). La quantité de répétitions étant le facteur principal de la mémorisation en calcul (Fischer, 2012), cette pratique intense compense la tendance robuste d'un entraînement moins systématique à la technique opératoire posée et encourage la réactivation des faits numériques, ainsi que l'exercice des procédures (Charron, Fischer et Meljac, 2008).

Toutes les activités de la progression ACE ont été implémentées dans quatre domaines dont la mise en œuvre est coordonnée en situation d'apprentissage. Par exemple, pour l'apprentissage de la soustraction, cette coordination implique : la désignation approximative du résultat d'une soustraction sur une ligne numérique (domaine Estimation) ; l'usage d'une technique de composition/décomposition en appui sur des systèmes de représentations (domaine Situation) ; l'usage d'un système de représentation de la soustraction (domaine Résolution de problèmes) dans un autre système de représentation (par exemple domaine Situation) ; l'appel à une procédure de calcul mental automatisée (domaine Calcul mental) pour résoudre mentalement un problème de calcul (Résolution de problèmes).

L'ensemble de la progression est disponible pour les professeurs dans une version papier et se trouve mis en ligne sur le site de la recherche (<http://python.espe-bretagne.fr/ace/>), qui offre également un forum d'échanges et d'accompagnement. Un aspect fondamental de la recherche ACE est en effet qu'elle confère aux professeurs, après une formation initiale spécifique à la mise en œuvre de la progression, un rôle d'acteur de la recherche-expérimentation qui peut s'exprimer à la fois sur le forum du site de la recherche, au sein d'une liste de diffusion, au cours d'animations régulières, et au sein d'un stage bilan-perspectives organisé en fin d'année scolaire. La recherche fonctionne ainsi largement sur le modèle d'une *ingénierie coopérative* (Sensevy, 2017 ; Joffredo-Le Brun et al., 2017).

La progression est conçue dans l'objectif de permettre à tous les élèves de progresser et de profiter plus particulièrement aux élèves défavorisés. Il est attendu que les classes expérimentales dans lesquelles sont mises en œuvre la progression ACE puissent favoriser la réussite des apprentissages mathématiques (comparativement à des classes contrôles). Dans cette communication, nous allons nous centrer sur une partie des résultats de la recherche ACE

(Vilette et al., en révision) à partir desquels nous pouvons comparer les effets de progression ACE avec ou sans activité basée sur l'estimation et le sens du nombre (Meyer et al., 2014, 2017). L'objectif est de démontrer la pertinence d'un enseignement des mathématiques qui s'appuie sur l'estimation numérique et le sens des nombres et, partant, sur les fondements préverbaux du nombre et du calcul (Dehaene, 1997, 2010).

Six classes expérimentales du secteur ordinaire (N=133) ont mis en oeuvre la progression ACE dans sa globalité, c'est-à-dire avec l'ensemble des activités fondées sur les quatre directions définies plus haut. Dans ces classes expérimentales, les activités d'estimation sont notamment exercées 45 minutes par semaine durant toute l'année avec un outil spécifique : le logiciel Estimateur. Ce logiciel d'entraînement vise à donner du sens aux représentations symboliques en mettant en correspondance les nombres écrits avec leurs grandeurs numériques non symbolique (Vilette, 2016). Les apprentissages arithmétiques sont ainsi réalisés en liaison étroite avec le sens intuitif des nombres et du calcul.

Les effets observés dans les classes de ce groupe expérimental (E) ont été comparés ici avec deux groupes témoins. Le premier groupe témoin (T1) est constitué de 4 classes ordinaires (N=90) qui ont expérimenté partiellement la progression ACE sans entraînement particulier au sens du nombre et à l'estimation numérique. En dehors de l'entraînement hebdomadaire avec l'Estimateur, toutes les autres activités de la progression ACE ont été réalisées (voire même renforcées du fait de l'absence d'entraînement spécifique à l'estimation numérique). Un second groupe témoins (T2) est composé de 10 classes ordinaires (N=193) qui ont mis en oeuvre une progression classique (i.e., celle que les enseignants utilisent habituellement) qui est totalement différente dans ces principes comme dans son application de la progression ACE. Une évaluation des performances mathématiques est réalisée en début et fin d'année scolaire dans les trois groupes.

Les résultats des analyses statistiques (cf. figure 1) mettent en évidence : 1) une amélioration significative des performances arithmétiques dans les classes expérimentales comparativement aux classes témoins T1 et T2 ; 2) une amélioration également plus marquée des performances mathématiques dans les classes témoins T1 par rapport aux classes témoins T2.

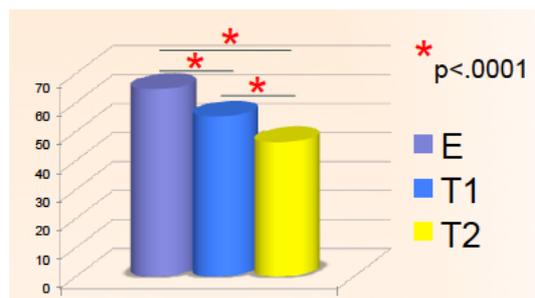


Figure 1 : moyenne des scores au post-test

(Les groupes E, T1 et T2 ont des performances comparables au pré-test)

L'effet de l'enseignement ACE (E) qui contient l'entraînement à l'estimation numérique est:

- de moyenne ampleur ($d=0,44$) comparativement à l'enseignant ACE sans entraînement à l'estimation numérique (T1);
- de grande ampleur ($d=0,88$) relativement à un enseignement classique (T2).

Globalement, les résultats de cette recherche font ressortir l'intérêt à mobiliser le système de représentation analogique et approximatif des nombres au cours des apprentissages mathématiques à l'école. La mise en correspondance répétée de ce système analogique avec les nombres symboliques et les signes arithmétiques développe chez les élèves le "sens du nombre" et permet des calculs "sensés" (par exemple, une soustraction dans N ne peut accroître le plus grand opérande). Ces résultats soulèvent un certain nombre d'implications pédagogiques qui pourront être discutées.

Bibliographie

- Dehaene, S. (2010). La bosse des maths. Paris: Odile Jacob.
- Fayol, M. (2013). L'acquisition du nombre. Paris : PUF.
- Fischer, J.-P. (1998). La distinction procédural/déclaratif: une application à l'étude de l'impact d'un "passage du cinq" au CP. *Revue Française de Pédagogie*, n°122, 99-111.
- Fischer J.-P. (2012). Que sont nos tables devenues ?, *Psychologie & Education*, 4, 97-109.
- Gamo S., Sander E., & Richard J.-F. (2010). Transfer of strategies by semantic recoding in arithmetic problem solving. *Learning and Instruction*, 20, 400-410.
- Vilette B. (2008). Le comptage et la construction de la ligne numérique mentale chez l'enfant. In "Constructivisme et Education" : Construction Intra/intersubjective des Connaissances et du sujet Connaissant. Genève : Editions du SRED, p.55-63.
- Vilette B. (2016). Effets d'entraînements basés sur l'estimation numérique auprès d'enfants avec une dyscalculie ou des troubles du calcul. *Développements*, 20-21, 57-77.
- Sander E. (2008). Les connaissances naïves en mathématiques. In J. Lautrey, S. Rémi-Giraud, E. Sander, & A. Tiberghien (Eds.), *Les Connaissances Naïves*. Paris : Armand Colin, p.57-102.

- Charron C., Fischer J.-P., & Meljac C. (2008). Arithmetic after school: How do adults' mental arithmetic abilities evolve with age? *Research in the Schools*, 15(1), 9–26.
- Sander E. (2012). Analogie et transfert de connaissances: une perspective cognitive et développementale. In F. Darbellay (Ed.), *La Circulation Des Savoirs : Interdisciplinarité, Concepts Nomades, Analogies, Métaphores* (pp. 149–170). Bern : Peter Lang.
- Sander, E. (2016). Enjeux sémantiques pour les apprentissages arithmétiques. *Bulletin de Psychologie*, 69(6), 463-469.
- Sander, E., & Richard, J.-F. (2005). Analogy and transfer: encoding the problem at the right level of abstraction. In *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Stresa, Italy (pp. 1925–1930).
- Sensevy G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Paris : De Boeck.
- Meyer, S., Vilette, B., Hild, M., Sander, E., Le Brun, S. & Sensevy, G. (2014). Teaching mathematics in Primary School : effect of a learning program requesting numerical estimation. 28th International Congress of Applied Psychology, 08-13 july 2014, Paris, France.
- Meyer, S. & Vilette, B. (2017). Peut-on améliorer l'apprentissage des mathématiques au primaire avec des activités basées sur l'estimation numérique? Poster présenté au 10ième Colloque RIPSIDEVE, 15-16 juin 2017, Université d'Aix-Marseille, France.
- Vilette, B., Fischer, J.P., Sander, E., Sensevy, G., Quilio, S. & Richard, J.F. (en révision). Peut-on améliorer l'enseignement de l'arithmétique au CP? Une première expérience encourageante, *Revue Française de Pédagogie*.
- Sensevy, G. (2017). Le collectif en didactique. Quelques remarques. In Y. Matheron & G. Gueudet (Eds). *Enjeux et débats en didactique des mathématiques. Actes de la XVIIIe École d'été de didactique des mathématiques* (pp. 223-253). Grenoble : La Pensée Sauvage, p.223-253.
- Sensevy, G., Quilio, S., & Mercier, A. (2015). Arithmetic and Comprehension at Elementary School. *ICMI 23 Proceedings*, Macao, Juin 2015.
- Thévenot C. & Masson S. (2013). Améliorer les compétences numériques. *ANAE: Approche Neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 123, 182-188.
- Joffredo-Lebrun, S., Moremmato, M., Sensevy, G. & Quillo, S. (2017). Cooperative Engineering as a Joint Action. *European Educational Research Journal*, à paraître.
- Ma, L. (2010). *Knowing and teaching elementary mathematics: teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. New York : Routledge.

Richard, J-F. & Sander, E. (2015). Quelles relations établir entre la résolution de problèmes et l'introduction des opérations et de leurs propriétés ? Faut-il systématiquement relier les enseignements à des situations de la vie réelle ou concevoir des situations ad hoc ? Rapport technique pour la conférence de consensus «Nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire » CNESCO, novembre 2015.