

Enseigner les mathématiques dans un environnement scolaire numérique. Les thèmes soulevés par la recherche.



Prof. HEP, Dr Lionel Alvarez
Prof. HEP, Dr Thierry Geoffre
et l'équipe du Centre de recherche sur l'enseignement/apprentissage
par les technologies numériques (C·R·E/A·TE) de la HEP|PH FR

Les technologies numériques permettant de travailler sur les compétences en mathématiques sont nombreuses. Au delà d'apps développées pour entraîner le calcul, les avancées numériques viennent modifier l'enseignement des mathématiques. Qu'en dit la littérature spécialisée?



Take-home message. Avec le développement des outils numériques, l'enseignement des mathématiques prend des formes variées. Si les outils à disposition se diversifient et exigent des changements de pratiques, il semble que la discipline elle-même soit ébranlée par le numérique. Des recherches spécifiquement dédiées à l'enseignement des mathématiques à l'ère du numérique paraissent nécessaires pour identifier les contenus et les moyens d'enseignement actualisés et leurs effets car, en l'état, les études à disposition peinent à fournir des résultats empiriques généralisables.

Les thèmes traités par les études sélectionnées sont:

#tuteur cognitif intelligent
#environnement informatisé favorisant l'exploration
#robotique
#programmation
#pratiques des enseignants
#place des mathématiques dans les curriculums
#tableau blanc interactif
#jeux vidéo
#élèves en difficulté
#de la numératie à la littératie numérique



Contexte et définitions. L'enseignement des mathématiques est une dimension importante de l'école obligatoire. Il fait notamment appel à la manipulation, l'expérimentation et la conceptualisation, visant la construction de compétences permettant de chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer et communiquer. Ces objectifs concernent autant la numération et les opérations que l'espace, les grandeurs et mesures, la gestion de données ou la résolution de problèmes. Pellegrini, Lake, Inns, & Salvin (2018) montrent avec leur revue systématique de la littérature combien les programmes d'enseignement mêlant technologie, personnalisation et engagement des apprenants sont les plus efficaces pour le développement de compétences. Les technologies numériques pourraient donc être un élément essentiel dans l'enseignement des mathématiques.



Méthode de recherche. En quelques clics sur les moteurs de recherche spécialisés, il est possible d'identifier les résultats de recherches traitant de l'utilisation des technologies numériques dans l'enseignement des mathématiques. Voici comment les études scientifiques ont été extraites.

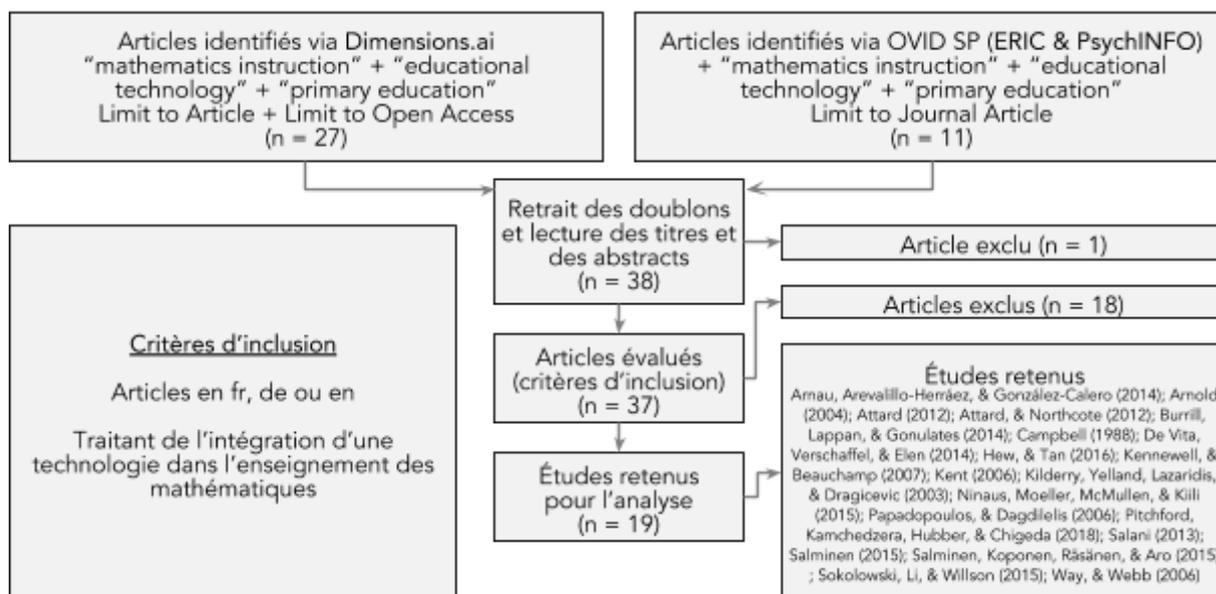


Figure 1. PRISMA Diagram de l'extraction des articles scientifiques.



État des lieux des études retenues. Les recherches traitant des technologies et de l'enseignement des mathématiques abordent différents sujets et témoignent ainsi de l'évolution de la discipline.

Certains auteurs documentent l'utilisation d'outils complexes tels que le *tuteur cognitif intelligent*, un logiciel accompagnant l'apprenant·e dans les démarches de résolution de problème (Arnaú, Arevalillo-Herráez, & Gonzalez-Calero, 2014), l'*environnement informatisé favorisant l'exploration*, pour faciliter l'appropriation de concepts mathématiques complexes (Sokolovski, Li, & Willson, 2015), ou encore la *robotique* et la *programmation* pour accéder à des notions de mathématiques mêlant abstraction et concret (Attard, 2012; Campbell, 1988).

Les uns comparent la place des technologies dans les *pratiques* des enseignants et des apprenants (Hew, & Tan, 2016 ; Salani, 2013), les autres discutent de leur place dans les *curriculums* de mathématiques selon les pays, dans une approche comparée (Burrill, Lappan, & Gonlulates, 2014).

Plusieurs études ont été menées pour analyser le développement de compétences mathématiques suite à l'utilisation d'outils numériques, tels que le *tableau blanc interactif* (De Vita, Verschaffel, & Elen, 2014 ; Kennewell, & Beauchamp, 2007 ; Kent, 2006), les *jeux vidéo* conçus pour apprendre les mathématiques (Ninaus, Moeller, McMullen, & Kiili, 2017) ou le e-learning (Way, & Webb, 2006). Les technologies comme soutien au développement des compétences en mathématiques chez les *élèves en difficulté* est aussi un thème régulièrement exploré (Pitchford, Kamchedzera, Huber, & Chigeda, 2018 ; Salminen, 2015 ; Salminen, Koponen, Räsänen, & Aro, 2015). Finalement, certains auteurs questionnent les apprentissages à viser avec la démocratisation des outils numériques, en passant *de la numérisation à la littératie numérique* (Kildery, & Dragicevic, 2003).



Nécessité de recherches empiriques rigoureuses. Dans les études retenues, rares sont les recherches qui identifient l'impact réel d'outils technologiques sur les compétences des apprenants et sur les pratiques des enseignants. Régulièrement, les textes relatent des études de cas, des travaux exploratoires, des potentialités pédagogiques envisagées ou des descriptions d'outils. Ils semblent ainsi qu'un effort certain doit être mené pour identifier les dispositifs technologiques impactant réellement les compétences et les pratiques. Toutefois, on peut relever quelques études récentes qui présentent des résultats empiriques.



Résultats empiriques. Selon Arnau, Arevalillo-Herraez, & Gonzalez-Calero (2014), le tuteur cognitif intelligent permet une augmentation des compétences de résolution de problèmes ; toutefois, l'étude n'a été menée qu'auprès de 42 enfants de 10 à 11 ans (22 enfants dans le groupe expérimental).

Selon De Vita, Verschafell, & Elen (2014), une revue de la littérature montre le faible intérêt des tableaux blancs interactifs pour l'enseignement des mathématiques. Sur le papier, les potentialités semblent importantes, dans les faits les pratiques ne changent pas.

Selon Ninaus, Moeller, McMullen, & Kiili (2017), l'utilisation de jeux vidéo éducatifs peut avoir un impact positif sur le développement de compétences en mathématiques. Ce résultat n'est toutefois montré qu'à l'aide de 32 apprenants d'environ 12 ans, et sans groupe contrôle.

Selon Pitchford, Kamchedzera, Huber, & Chigeda (2018), l'utilisation d'applications interactives permet le développement de compétences mathématiques chez les apprenants présentant des besoins particuliers. Le temps passé sur les apps est corrélé avec les performances. Ce résultat est cependant fondé sur l'observation de 33 apprenants uniquement.



Conclusion et prise de position. L'enseignement des mathématiques est modifié par le développement des outils numériques. D'un côté, les nouvelles thématiques d'enseignement apparues suite à l'avènement de l'informatique et de la programmation semblent modifier l'équilibre dans les contenus disciplinaires. De l'autre, des dispositifs comme les tuteurs cognitifs, les outils de simulations numériques, les apps pour l'entraînement de capacités ou les jeux vidéo pour faciliter le transfert des compétences, viendraient renforcer, voire modifier, les tâches des enseignants de mathématiques. A ce propos, nous relevons que la technologie ne doit cependant pas occulter le sens du savoir mathématique et en bloquer la construction générale. Il semble ainsi qu'une évolution des pratiques enseignantes commence à se développer lorsque l'enseignant a une double expertise de la technologie : l'expertise de son usage et la compréhension didactique qu'il peut faire des actions des élèves avec la technologie (Acosta, 2008).

Finalement, l'enseignement des mathématiques à des apprenant-es en difficulté semble être une thématique appelant un lien fort aux technologies.

Bibliographie

Acosta, M. (2008). *Démarche expérimentale, validation, et ostensifs informatisés. Implications dans la formation d'enseignants à l'utilisation de Cabri en classe de géométrie*. Thèse de doctorat, Université Joseph-Fourier - Grenoble I. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00278682/document>

Arnau, D., Arevalillo-Herraez, M., & González-Calero, J. A. (2014). Emulating human supervision in an intelligent tutoring system for arithmetical problem solving. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(2), 155–164. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2307306>

Arnold, S. (2004). Integrating technology in the middle school: years 5-9. *APMC*, 9(3), 15–19.

Attard, C. (2012). Teaching with technology: Exploring the use of robotics to teach mathematics. *APMC*, 17(2),

31–32.

- Attard, C., & Northcote, M. (2012). Mathematics on the move: Using mobile technologies to support student learning (Part 2). *AMPC*, 17(1), 29–32.
- Burrill, G., Lappan, G., & Gonulates, F. (2014). Curriculum and the role of research: Report of the ICME 12 Survey Team. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, 28(49), 682–700. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n49a11>
- Campbell, P. F. (1988). Microcomputers in the Primary Mathematics Classroom. *Early Childhood Mathematics*, 35(6), 22–30.
- De Vita, M., Verschaffel, L., & Elen, J. (2014). Interactive Whiteboards in Mathematics Teaching: A Literature Review. *Education Research International*, 2014(i), 1–16. <https://doi.org/10.1155/2014/401315>
- Hew, K. F., & Tan, C. Y. (2016). Predictors of information technology integration in secondary schools: Evidence from a large scale study of more than 30,000 students. *PLoS ONE*, 11(12), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168547>
- Kennewell, S., & Beauchamp, G. (2007). The features of interactive whiteboards and their influence on learning. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 227–241. <https://doi.org/10.1080/17439880701511073>
- Kent, P. (2006). Using Interactive Whiteboards To Enhance Mathematics Teaching. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 11(2), 23–26. <https://doi.org/Article>
- Kilderry, A., Yelland, N., Lazaridis, V., & Dragicevic, S. (2003). ICT and Numeracy in the Knowledge Era Creating Contexts for New Understandings. *Childhood Education*, 79(5), 293–298. <https://doi.org/10.1080/00094056.2003.10521215>
- Ninaus, M., Moeller, K., McMullen, J., & Kiili, K. (2017). Acceptance of Game-Based Learning and Intrinsic Motivation as Predictors for Learning Success and Flow Experience. *International Journal of Serious Gaming*, 4(3), 15–30. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v4i3.176>
- Pellegrini, M., Lake, C., Inns, A., & Salvin, R. E. (2018). *Effective Programs in Elementary Mathematics: A Best-Evidence Synthesis*. Institute of Education Sciences. Retrieved from: http://www.bestevidence.org/word/elem_math_Oct_8_2018.pdf
- Pitchford, N. J., Kamchedzera, E., Hubber, P. J., & Chigeda, A. L. (2018). Interactive apps promote learning of basic mathematics in children with special educational needs and disabilities. *Frontiers in Psychology*, 9(MAR). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00262>
- Salani, E. (2013). Teachers' Beliefs and Technology: Calculator Use in Mathematics Instruction in Junior Secondary Schools in Botswana. *European Journal of Educational Research*, 2(4), 151–166. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.2.4.151>
- Salminen, J. (2015). *Response to Computer-Assisted Intervention in Children Most at Risk for Mathematics Difficulties*. Jyväskylä, Finland: Jyväskylä studies in education, psychology and social research.
- Salminen, J., Koponen, T., Räsänen, P., & Aro, M. (2015). Preventive Support for Kindergarteners Most At-Risk for Mathematics Difficulties: Computer-Assisted Intervention. *Mathematical Thinking and Learning*, 17(4), 273–295. <https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1083837>
- Sokolowski, A., Li, Y., & Willson, V. (2015). The effects of using exploratory computerized environments in grades 1 to 8 mathematics: a meta-analysis of research. *International Journal of STEM Education*, 2(7). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0022-z>
- Way, J., & Webb, C. (2006). Mathematics, numeracy, and e-learning. *APMC*, 11(3), 19–24.

Pour citer cet article :

Alvarez, L., Geoffre, T. & C·R·E/A·TE. (2018). Enseigner les mathématiques dans un environnement scolaire numérique. Les thèmes soulevés par la recherche. *Revue systématique du C·R·E/A·TE*, 1. Retrieved from : www.hepfr.ch/recherche/create

