

## NUMÉRATIE

---

# Prédicteurs de réussite et de difficultés d'apprentissage en mathématiques chez le jeune enfant

Nancy C. Jordan, Ph.D.

University of Delaware, États-Unis

Juillet 2010

### Introduction

Les difficultés en mathématiques sont courantes. Jusqu'à 10 % des élèves reçoivent pendant leurs années d'école un diagnostic de trouble d'apprentissage en mathématiques.<sup>1,2</sup> Encore plus d'élèves éprouvent de grandes difficultés avec les mathématiques sans toutefois obtenir un tel diagnostic officiel. Les difficultés en mathématiques sont persistantes, et ceux qui en éprouvent ne pourront peut-être jamais rattraper leurs pairs qui réussissent normalement.

### Sujet

Les fondements de la réussite en mathématiques s'établissent avant même l'entrée au primaire.<sup>3,4</sup> La détermination des principaux facteurs permettant de prédire si un enfant aura ou non des difficultés en cette matière facilite le dépistage, l'intervention et le suivi de ses progrès avant qu'un retard scolaire trop prononcé ne s'installe.

### Problème

Les difficultés en mathématiques ont de lourdes conséquences pour le fonctionnement au quotidien, le rendement scolaire et l'avancement professionnel.<sup>5</sup> Il faut réussir en mathématiques pour étudier ou travailler dans le domaine des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques.<sup>6</sup> En ce qui concerne la réussite en mathématiques, il existe des écarts de groupe importants liés au statut socioéconomique,<sup>7</sup> ainsi que des écarts individuels sur le plan de l'aptitude fondamentale à apprendre.<sup>8</sup> Ces différences existent dès la petite enfance et s'accroissent au cours de la scolarité.

## Contexte de la recherche

Des études longitudinales sur les caractéristiques des enfants éprouvant des difficultés en mathématiques ont permis de cibler d'importants objectifs d'intervention. La plupart des enfants entrent à l'école avec un *sens des nombres* approprié pour l'apprentissage scolaire des mathématiques. Les composants préverbaux des nombres (par exemple, les représentations exactes des petites quantités et les représentations approximatives de quantités plus importantes) se développent en très bas âge.<sup>9,10,11</sup> Ces prémisses primaires sous-tendent, croit-on, l'acquisition des compétences conventionnelles en mathématiques, mais elles ne sont pas suffisantes. La plupart des enfants qui éprouvent des difficultés en mathématiques présentent des faiblesses sur le plan de l'abstraction en ce qui concerne les nombres symboliques, les nombres entiers, les relations entre les nombres et les opérations sur les nombres,<sup>12</sup> des aspects de l'apprentissage des mathématiques qui sont malléables et dont la compréhension est influencée par l'expérience.<sup>13</sup>

## Questions clés pour la recherche

Dans le domaine de la littératie, des mesures de dépistage précoce fiables et valides ont permis d'intervenir et de fournir un soutien efficace au cours de la petite enfance et plus tard.<sup>14</sup> Des mesures intermédiaires étroitement liées à la lecture (par exemple, la connaissance des sons correspondant aux lettres) permettent mieux que des compétences plus générales de prédire la réussite ou la difficulté en lecture. De la même façon, dans le domaine de la numératie, les compétences chez le jeune enfant qui sont liées aux mathématiques qu'il faudra maîtriser à l'école sont les meilleurs prédicteurs de la réussite ou de la difficulté future dans cette matière.<sup>15</sup> Les principaux prédicteurs longitudinaux clés de la réussite en mathématiques doivent être définis pour qu'un dépistage précoce puisse être effectué.

## Résultats d'études récentes

Les compétences numériques en bas âge sont importantes quand il s'agit de tracer les trajectoires de réussite des enfants en mathématiques.<sup>16,17</sup> Un faible sens des nombres est à l'origine des difficultés et des faiblesses en mathématiques.<sup>18,19</sup> Les enfants souffrant de dyscalculie développementale, une forme grave de déficience en mathématiques, se caractérisent par une difficulté à reconnaître et à comparer des nombres, de même qu'à compter et à énumérer des séries d'objets.<sup>18</sup>

### *Prédicteurs longitudinaux*

Des études longitudinales à court terme (du début à la fin de la maternelle) révèlent que les indicateurs de numératie en comptage, en discrimination des quantités et en dénomination des nombres constituent des facteurs permettant de prédire la facilité ou la difficulté en mathématiques avec un degré de fiabilité allant de

modéré à élevé.<sup>20,21,22</sup> De plus, si on applique ces indicateurs aux enfants d'âge préscolaire, les résultats obtenus permettent de prévoir ceux qui seront obtenus à la maternelle pour des éléments de mesure semblables.<sup>23</sup> Les enfants de familles à faible revenu entrent à la maternelle avec un retard important par rapport à ceux qui viennent de familles à revenu moyen pour ce qui est des indicateurs de numératie, et cet écart ne s'amenuise pas au cours de l'année scolaire.<sup>12</sup>

Des études longitudinales réalisées à divers moments précis entre le début de la maternelle et la fin de la troisième année permettent de croire que le sens des nombres en bas âge constitue un fondement qui soutient l'apprentissage de notions de mathématiques complexes associées au calcul ainsi qu'à la résolution de problèmes.<sup>15,17,24,25</sup> La numératie à la maternelle pour ce qui est de compter, de comparer des valeurs absolues, de faire du calcul non verbal et de l'arithmétique verbale permet de prédire le niveau et le taux de réussite en mathématique de la première à la troisième année. La compétence numérique en bas âge atténue la faiblesse en mathématiques chez les élèves à risque issus de familles à faible revenu. La compétence numérique permet de prédire également les résultats futurs en mathématiques indépendamment des variables du QI.<sup>26</sup> Les compétences en calcul arithmétique simple (addition et soustraction) à la maternelle permettent très bien de prédire les résultats ultérieurs en mathématiques. Comme la plupart des enfants peuvent arriver à acquérir des compétences numériques assez tôt,<sup>4</sup> les effets intermédiaires d'une telle acquisition fournissent une piste pour orienter l'intervention précoce.

### *Catégories de compétences sous-jacentes*

Les habiletés cognitives sous-jacentes d'ordre quantitatif, linguistique et spatial contribuent séparément aux compétences numériques des enfants d'âge préscolaire ou qui sont en maternelle.<sup>27</sup> Les habiletés linguistiques sont d'excellents prédicteurs de la capacité à nommer les nombres, tandis que les compétences liées au concept de quantité le sont pour ce qui est du calcul non verbal. L'attention spatiale, quant à elle, laisse présager ces deux types de numératie chez le jeune enfant. Ces compétences sous-jacentes sont différemment liées aux résultats obtenus en mathématiques deux ans plus tard (par exemple, les habiletés linguistiques permettent de façon remarquable de prédire la compréhension des concepts de géométrie et de mesure, mais non pas celles qui se rapportent à la notion de quantité). Un modèle fondé sur les différentes catégories de compétences pourrait expliquer pourquoi les apprenants réussissent relativement bien dans un domaine des mathématiques mais pas dans un autre.<sup>28</sup>

### **Lacunes de la recherche**

Des outils de dépistage visant à déterminer les compétences numériques de base chez les enfants d'âge préscolaire ou qui fréquentent la maternelle doivent être mis au point et validés afin d'être utilisés dans les établissements scolaires, les cliniques et d'autres milieux éducatifs. Il faudrait aussi concevoir et évaluer, au moyen d'études sur échantillon aléatoire, des interventions à l'intention des enfants qui ont ou risquent d'avoir des difficultés d'apprentissage en mathématiques. Les chercheurs doivent en particulier essayer de trouver comment réaliser le plus efficacement des gains dans des domaines précis de la compétence numérique et voir si ces gains peuvent ou non se maintenir dans le temps et englober l'apprentissage des mathématiques en général. Il importe en outre de distinguer les méthodes les plus efficaces de celles qui le sont moins pour l'amélioration de la compétence numérique.

## Conclusions

Les difficultés en mathématiques se répercutent sur toutes les activités courantes et peuvent avoir des conséquences tout au long de la vie. Les compétences numériques de base s'acquièrent avant la première année du primaire et permettent très bien de prédire la réussite et les difficultés futures en mathématiques. Un niveau élevé de compétence numérique à la maternelle est un signe statistiquement important et très révélateur de la capacité à faire du calcul et des applications mathématiques à la fin de la troisième année. La capacité d'associer les nombres symboliques aux nombres entiers et aux opérations numériques est particulièrement importante. La compétence numérique dépend des habiletés linguistiques (par exemple, connaître les noms des nombres) ainsi que des habiletés cognitives liées au concept de quantité et à l'espace (combinaison et séparation de séries). Bien que les résultats à long terme soient moins bons chez les enfants de familles à faible revenu que chez ceux de familles à revenu moyen, le développement des compétences numériques en bas âge influe sur la réussite en mathématiques. Les enfants de familles à faible revenu entrent à l'école avec un bagage relativement mince d'expériences liées aux nombres,<sup>29</sup> ce qui les défavorise. L'effet intermédiaire de la compétence numérique sur les résultats en mathématiques semble indiquer qu'il faudrait renforcer cet aspect au niveau préscolaire et à la maternelle. Dans l'ensemble, le sens des nombres dès le plus jeune âge est crucial pour l'établissement d'une trajectoire de réussite en mathématiques tout au long du primaire.

## Implications : parents, services et politiques

Dans les écoles d'aujourd'hui, il arrive bien souvent que les difficultés d'apprentissage et les faiblesses en mathématiques ne soient pas détectées avant la quatrième année. Les interventions précoces sont beaucoup moins courantes en mathématiques qu'en lecture. Les enseignants de la maternelle devraient effectuer un dépistage précoce des élèves qui ont des problèmes de numératie, comme cela se fait pour la littératie. Les établissements préscolaires et les maternelles devraient fournir des expériences liées aux mathématiques et assurer un enseignement concernant les nombres, les relations entre eux et les opérations sur eux.<sup>4</sup> Ce *noyau de compétences fondamentales en numératie* devrait mettre l'accent sur la liste des noms de nombres, les principes du calcul liés à la cardinalité et à la correspondance un à un, la comparaison de séries de différentes grandeurs ainsi que la réunion et la séparation de séries. Des listes de nombres ainsi que de simples jeux de société faisant appel à de telles listes peuvent aider les enfants à comprendre la notion de quantités.<sup>30</sup> Les responsables de l'élaboration de programmes pour la petite enfance devraient se concentrer sur ces compétences fondamentales en matière de nombres. Les enfants fréquentant les écoles de quartiers à faible revenu sont plus à risque que les autres d'éprouver des difficultés d'apprentissage en mathématiques. Quand ils entrent à la maternelle, ils accusent déjà un retard par rapport aux enfants de familles à revenu moyen. Une intervention précoce peut aider tous les enfants à construire les bases dont ils ont besoin pour réussir en mathématiques.

## Références

1. Barbaresi MJ, Katusic SK, Colligan RC, Weaver AL, Jacobsen SJ. Math learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976-1982, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics* 2005;5(5):281-289.
2. Shalev RS, Manor O, Gross-Tsur V. Developmental dyscalculia: A prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2005;47:121-125.
3. Clements DH, Sarama J. Early childhood mathematics learning. In: Lester JFK, ed. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*

- . New York, NY: Information Age Publishing; 2007:461-555.
4. Cross CT, Woods TA, Schweingruber H, National Research Council, Committee on Early Childhood Mathematics, eds. *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. Washington, DC: National Academies Press; 2009.
  5. Sadler PM, Tai RH. The two high-school pillars supporting college science. *Science* 2007;317:457-458.
  6. National Mathematics Advisory Panel (NMAP). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. Washington, DC: U.S. Department of Education; 2008
  7. Lubienski ST. A clash of social class cultures? Students' experiences in a discussion-intensive seventh-grade mathematics classroom. *The Elementary School Journal* 2000;100(4):377-403.
  8. Geary DC, Hoard MK, Byrd-Craven J, Nugent L, Numtee C. Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development* 2007;78(4):1343-1359.
  9. Berch DB. Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 2005;38(4):333-339.
  10. Dehaene S. *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York, NY: Oxford University Press; 1997.
  11. Feigenson L, Dehaene S, Spelke E. Core systems of number. *TRENDS in Cognitive Sciences* 2004;8(7):307-314.
  12. Jordan NC, Levine SC. Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews* 2009;15:60-68.
  13. Case R, Griffin S. Child cognitive development: The role of central conceptual structures in the development of scientific and social thought. In: Hauert EA, ed. *Developmental psychology: Cognitive, perceptuo-motor, and neurological perspectives*. North-Holland: Elsevier; 1990: 1993-230.
  14. Schatschneider C, Carlson CD, Francis DJ, Foorman BR, Fletcher JM. Relationship of rapid automatized naming and phonological awareness in early reading development: Implications for the double-digit hypothesis. *Journal of Learning Disabilities* 2002;35(3):245-256.
  15. Jordan NC, Glutting J, Ramineni C. The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences* 2010;20:82-88.
  16. Duncan GJ, Dowsett CJ, Classens A, Magnuson K, Huston AC, Klebanov P, Pagani LS, Feinstein L, Engel M, Brooks-Gunn J, Sexton H, Duckworth K, Japel C. School readiness and later achievement. *Developmental Psychology* 2007;43(6):1428-1446.
  17. Jordan NC, Kaplan D, Ramineni C, Locuniak MN. Early Math Matters: Kindergarten Number Competence and Later Mathematics Outcomes. *Developmental Psychology* 2009;3(45):850-867.
  18. Landerl K, Bevan A, Butterworth B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8 ? 9-year-old students. *Cognition* 2004;93:99-125.
  19. Mazzocco MM, Thompson RE. Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research and Practice* 2005;20(3):142-155.
  20. Clarke B, Shinn MR. A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review* 2004;33(2):234-248.
  21. Lembke E, Foegen A. Identifying early numeracy indicators in for kindergarten and first-grade students. *Learning Disabilities Research and Practice* 2009;24:2-20.
  22. Methe SA, Hintze JM, Floyd RG. Validation and decision accuracy of early numeracy skill indicators. *School Psychology Review* 2008;37:359-373.
  23. VanDerHeyden AM, Broussard C, Cooley A. Further development of measures of early math performance for preschoolers. *Journal of School Psychology* 2006;44:533-553.
  24. Jordan NC, Kaplan D, Locuniak MN, Ramineni C. Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice* 2007;22(1):36-46.
  25. Jordan NC, Kaplan D, Olah L, Locuniak MN. Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development* 2006;77:153-175.
  26. Locuniak MN, Jordan NC. Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities* 2008;41(5):451-459.
  27. LeFevre J, Fast L, Skwarchuk SL, Smith-Chant BL, Bisanz J, Kamawar D, Penner-Wilger M. Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*. In press.
  28. Mazzocco MM. Defining and differentiating Mathematical Learning Difficulties and Disabilities. In: Berch DB, Mazzocco MMM. eds. *Why is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities*

. Baltimore, MD: Paul H. Brookes; 2007: 29-48

29. Clements DH, Sarama J. Experimental evaluation of the effects of a research-based preschool mathematics curriculum. *American Education Research Journal* 2008; 45(2), 443-494.
30. Ramani GB, Siegler RS. Promoting broad and stable improvements in low-income children's numerical knowledge through playing number board games. *Child Development* 2008;79:375-394.