

Guide des Ressources sur la Dyscalculie

Anna J. Wilson, Février 2005, traduit de l'anglais par Susannah Revkin

Le but de ce document est d'expliquer ce qu'est la dyscalculie à l'aide des connaissances actuelles issues des recherches dans le domaine des neurosciences cognitives. Ce document vise à amener des réponses aux questions qui sont fréquemment posées, et à diriger le lecteur vers les autres ressources existantes. Ces références incluent à la fois des articles-clés de la littérature scientifique de ce domaine et des suggestions de lectures destinées plus spécifiquement aux enseignants et aux parents.

Anna Wilson est une chercheuse post-doctorante travaillant au sein de l'équipe INSERM U562 à Paris, où elle mène une étude dans le domaine des neurosciences cognitives sur la rééducation de la dyscalculie.

Remarque: dans ce document, l'emploi du terme «dyscalculie» fait référence à la dyscalculie développementale (présent dès la naissance ou petite enfance) et non à la dyscalculie acquise (comme résultat d'une atteinte du cerveau chez l'adulte).

Qu'est-ce que la dyscalculie?

La première définition neuropsychologique de la dyscalculie développementale a été avancée par le chercheur Kosc (1974), qui l'a définie comme une difficulté au niveau des performances en mathématiques résultant d'un déficit situé dans les parties du cerveau qui sont impliquées dans le traitement du calcul; cette difficulté se manifesterait en l'absence d'une atteinte concomitante des fonctions mentales générales. Cette définition est la même définition que celle utilisée actuellement par les chercheurs en neurosciences cognitives dans le cadre de leurs recherches sur les causes et l'étiologie de la dyscalculie.

Y a-t-il d'autres définitions de la dyscalculie?

Oui, il y a d'autres définitions de la dyscalculie, de même que d'autres concepts similaires qui sont définis de manières légèrement différentes. Par exemple, le DSM-IV inclut le diagnostic F81.2 [315.1] "Trouble du calcul", et aux Etats-Unis, il existe une définition dans le domaine des sciences de l'éducation de ce qu'on appelle «Mathematical Disabilities», et qui est liée à la définition légale des troubles de l'apprentissage issue de la loi publique 94-142.

Toutes ces définitions ont en commun les points suivants:

- 1) La présence de difficultés en mathématiques
- 2) La spécificité (plus ou moins importante selon les définitions) de ces troubles: c'est-à-dire une absence de difficultés généralisées à plusieurs autres domaines académiques
- 3) La supposition que ces troubles sont causés d'une manière ou d'un autre par une dysfonction cérébrale.

Quelle est la cause de la dyscalculie?

Comme évoqué plus haut, on pense que la dyscalculie développementale est causée par le dysfonctionnement de processus de traitement du calcul et d'aires cérébrales particulières. Cependant, il est important de souligner le fait que la recherche s'intéressant à cette question n'en est qu'à ses débuts. Le but des chercheurs en neurosciences cognitives est de développer à terme la possibilité d'établir un diagnostic de dyscalculie basé sur le fonctionnement du cerveau, et ce dès le plus jeune âge du sujet. L'idée est de développer également des

techniques de prévention et de rééducation basées ici encore sur le fonctionnement du cerveau.

Qu'est-ce qui nous permet d'être optimiste concernant cette possibilité ? Premièrement, les recherches dans le domaine de la dyslexie (qui ont une avance d'une bonne trentaine d'années) ont désormais clairement mis en évidence une association entre ce trouble et l'existence d'un hypofonctionnement d'aires cérébrales impliquées dans la lecture ; ces recherches ont également démontré qu'il est possible de détecter ce trouble dès l'enfance, et de le réduire à l'aide de programmes d'entraînement auditif (Lyytinen *et al.*, sous presse).

Deuxièmement, les résultats des recherches qui ont déjà été effectuées dans le domaine de la dyscalculie semblent aller dans la bonne direction. L'étude des troubles génétiques et développementaux associés à la dyscalculie, (c'est-à-dire le syndrome de Turner et le syndrome d'alcoolisme fœtal ; Isaacs *et al.*, 2001; Molko *et al.*, 2003) montre des atteintes cérébrales dans des aires du cerveau qui sont connues pour être impliquées dans le traitement du calcul (des parties spécifiques des lobes pariétaux). Aussi, les dyscalculiques développementaux montrent des difficultés dans des tâches cognitives de base dont on sait qu'elles activent ces aires cérébrales (Landerl *et al.*, 2004).

Enfin, la recherche dans le domaine de la dyscalculie acquise (dyscalculie acquise suite à une lésion cérébrale) converge avec les données présentées ci-dessus : une atteinte de ces mêmes régions cérébrales résulte en une dyscalculie qui présente des similitudes avec la dyscalculie développementale (Stanescu-Cosson *et al.*, 2000).

Si la cause du problème se situe dans le cerveau, n'est-il pas vrai que cela signifie qu'on ne peut rien faire ??

Non! Ceci est une idée reçue très fréquente. Le fonctionnement et la structure du cerveau reflètent non seulement nos gènes, mais également l'influence de notre environnement, et enfin l'interaction entre les deux. Les recherches menées au cours de ces 30 dernières années environ ont montré que le cerveau peut faire preuve d'une surprenante plasticité, c'est-à-dire qu'il est capable de se modifier sous l'influence de l'expérience. L'étude de la dyslexie a montré qu'une utilisation de programmes d'entraînement auditif peut résulter en une amélioration marquée de la lecture (Merzenich *et al.*, 1996; Temple *et al.*, 2003). Cette découverte a fondamentalement abouti grâce à la recherche sur le cerveau ; les études montrant une implication importante des aires cérébrales auditives dans la lecture (une découverte très contre intuitive!) a mené les chercheurs à essayer des programmes d'entraînement auditif.

Comment la dyscalculie est-elle diagnostiquée ?

Étant donné que nous n'avons actuellement aucun moyen pour diagnostiquer la dyscalculie sur la base de ses causes sous-jacentes, nous devons poser ce diagnostic sur la base des effets qui s'en suivent, à savoir les difficultés en mathématiques. Ceci est beaucoup plus difficile à faire, parce qu'il existe d'autres facteurs qui peuvent entraîner les mêmes effets. En d'autres termes, « il y a de nombreuses causes qui peuvent être à la base de mauvaises performances en maths! ». Les causes autres que la dyscalculie incluent : de mauvaises instructions, un manque de motivation, des troubles attentionnels, des troubles anxieux, ou encore un retard mental.

Les méthodes de diagnostic de la dyscalculie diffèrent de manière importante, mais incluent en général certains aspects communs: 1) l'identification d'une difficulté en mathématiques qui

interfère dans le cadre du parcours académique ou de la vie de tous les jours, et 2) la tentative d'écarter l'implication d'autres facteurs potentiellement responsables de la difficulté rencontrée. L'idée étant bien sûr qu'une fois tous ces autres facteurs écartés, la seule explication possible qui reste est une dysfonction cérébrale. Pour un article sur le diagnostic de la dyscalculie, voir Shalev & Gross-Tsur (2001).

Alors que tout ceci semble clair en théorie, ce n'est pas si évident en pratique. Quels tests devraient être utilisés pour montrer une difficulté en mathématiques, et où faut-il placer la frontière qui va séparer les performances déficitaires des performances attendues ? Comment écarter l'implication d'autres facteurs, et quels autres facteurs devraient être écartés ? Par exemple, si un élève présente des difficultés en mathématiques en raison d'une difficulté à mémoriser l'information verbale, ce qui signifie qu'il ne peut se souvenir de ses tables de multiplication, est-il dyscalculique pour autant ? Actuellement, il existe peu de consensus sur ces points, mais la poursuite des recherches en cours devrait mener à une convergence des différents points de vue.

Quelle est la prévalence de la dyscalculie ?

En raison de la diversité des critères utilisés pour poser le diagnostic de dyscalculie, il est difficile de déterminer quel est le pourcentage de la population qui souffre de ce trouble. Cependant, les études de prévalence qui ont été menées nous permettent de nous faire une idée générale de ce pourcentage. Sur l'ensemble de ces études, la prévalence estimée varie entre 3 et 6% (Badian, 1999; Gross-Tsur *et al.*, 1996; Lewis *et al.*, 1994).

Quel est le lien entre dyscalculie et dyslexie ?

Le lien entre dyscalculie et dyslexie n'est pas clair. Les études s'intéressant au pourcentage de dyscalculiques qui présentent également une dyslexie aboutissent à des résultats qui diffèrent de manière importante: les estimations varient entre 17% et 64% (Badian, 1999; Gross-Tsur *et al.*, 1996; Lewis *et al.*, 1994). Aussi, on ignore s'il existe une cause commune à la présence conjointe de ces deux types de troubles chez les mêmes enfants, et, si oui, à quel niveau elle pourrait se situer, par exemple s'il s'agirait d'une région cérébrale commune, ou plutôt d'un facteur de développement cérébral général. Les chercheurs sont actuellement en train d'investiguer cette question.

Quelle est la relation entre dyscalculie et «anxiété des maths» ?

L'«anxiété des maths» est le nom donné au sentiment de tension et de crainte que certains enfants et adultes présentent, et qui est souvent spécifiquement associé à une activité mathématique (Ashcraft, 2002). Il existe très peu de recherches qui s'intéressent à la corrélation entre ce trouble et la dyscalculie. Une hypothèse raisonnable est que la dyscalculie pourrait augmenter les risques de présenter une anxiété des maths ; les travaux préliminaires de Butterworth et collègues qui concernent des groupes d'enfants dyscalculiques soutiennent cette idée. Il est aussi possible que l'anxiété des maths puisse être la cause de la dyscalculie ; ceci semble cependant moins probable.

Quel est le lien entre dyscalculie et trouble déficit de l'attention/hyperactivité ?

La dyscalculie semble aussi être associée à des troubles du comportement tels le trouble déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH) (pour les cas où le diagnostic de dyscalculie n'exclut pas la présence de ces troubles). Les estimations du pourcentage d'enfants dyscalculiques qui présentent également un TDAH se situent entre 15 et 26% (Lindsay *et al.*,

2001). Comme pour les cas d'une association entre dyscalculie et dyslexie, il n'est pas clair si les enfants souffrant à la fois d'une dyscalculie et d'un TDAH présentent un "double déficit", ou si leurs difficultés en mathématiques sont causées par leurs difficultés à maintenir leur attention de manière soutenue.

Y a-t-il d'autres troubles auxquels la dyscalculie peut être associée ?

La dyscalculie peut être associée à des troubles génétiques et aussi parfois foetaux, qui incluent le syndrome de Turner, le syndrome de Williams (Ansari & Karmiloff-Smith, 2002), et le syndrome d'alcoolisme fœtal.

Existe-il différents types de dyscalculie ?

Ce point a été très débattu, et est actuellement encore sujet à controverses. Il s'agit d'un point important parce que, d'une part, il constitue une étape du processus d'identification des causes de la dyscalculie, et, d'autre part, parce que, s'il existe effectivement différents types de dyscalculie, ceux-ci devraient probablement être diagnostiqués et traités de manières différentes.

Pour défendre l'hypothèse de l'existence de différents types de dyscalculies, certains chercheurs ont avancé l'argument que le pattern de difficultés présentées diffère entre les enfants qui souffrent à la fois d'une dyscalculie et d'une dyslexie et ceux qui souffrent uniquement d'une dyscalculie. Lors de la première vague de recherches dans ce domaine, Rourke (e.g., 1993) a argumenté que le groupe dyscalculie/dyslexie pourrait avoir des déficits hémisphériques gauches qui causeraient des difficultés de traitement verbal, et que le groupe dyscalculie seule aurait des déficits hémisphériques droits qui seraient responsables de difficultés de traitement non-verbal. Cependant, cette distinction n'a pas été soutenue par les données issues des recherches subséquentes et semble trop simpliste.

Des recherches plus récentes menées par Jordan et collègues (Jordan *et al.*, 2003) ainsi que par Shalev et collègues (Shalev *et al.*, 1997) suggèrent que le groupe dyscalculie/dyslexie a simplement davantage de difficultés en mathématiques, et particulièrement des difficultés dans des tâches plus verbales. Cependant, ce groupe d'enfants présente malgré tout les mêmes difficultés dans des tâches qui relèvent davantage de capacités non-verbales. Il semblerait, d'après cette recherche, que ce groupe présente bien deux déficits distincts qui se combinent pour produire encore davantage de difficultés qu'un unique déficit.

Geary (1993), un autre chercheur, a proposé trois différents sous-types de dyscalculie, un basé sur des difficultés dans la récupération de faits arithmétiques (c'est-à-dire la récupération des résultats d'additions simples et des résultats des tables de multiplication, résultats qui ont été en général mémorisés), un basé sur des difficultés dans l'apprentissage de procédures et de stratégies, et un basé sur des difficultés visuo-spatiales.

Comme vous pouvez le constater, il existe peu de consensus dans ce domaine, et d'autres études sont encore nécessaires. Le problème provient en partie du fait que chaque groupe de recherche utilise des tests différents, et que les types de dyscalculie trouvés semblent donc liés à ce facteur ! Plusieurs chercheurs travaillent activement sur cette question; nous en saurons donc bientôt un peu plus...

Comment savoir si mon enfant est dyscalculique ?

Si votre enfant présente des difficultés persistantes en mathématiques, vous devez penser à une éventuelle dyscalculie, même si votre enfant présente également des difficultés en lecture.

Nous vous recommandons de prendre rendez-vous pour un bilan orthophonique afin que votre enfant bénéficie d'une évaluation. La phase de diagnostic devrait inclure des entretiens avec vous et votre enfant, un test de QI, et des tests de performances en mathématiques, de même qu'un examen plus détaillé des capacités mathématiques.

Le type de diagnostic variera en fonction du lieu et de la personne que vous consulterez. N'oubliez pas que vous avez le droit d'être informé des résultats, et que vous êtes la personne qui connaît le mieux votre enfant. N'hésitez pas à demander un deuxième avis si vous éprouvez des doutes concernant le diagnostic. Il vous faut garder en tête que la dyscalculie est moins bien connue que la dyslexie, ce qui la rend difficile à diagnostiquer. Il vous faudra peut-être faire preuve de persévérance !

Est-ce que le temps suffit pour surmonter la dyscalculie ?

Bien qu'il soit possible, pour certaines formes de dyscalculies, que les difficultés présentées s'estompent d'elles-mêmes avec le temps (surtout pour les types de dyscalculies qui impliquent des difficultés dans l'apprentissage de séquences et de stratégies; Geary, 1993), dans la plupart des cas la dyscalculie de votre enfant ne disparaîtra PAS simplement avec le temps. Il est donc important de faire appel à des professionnels; une aide spécialisée sera nécessaire à votre enfant pour rattraper le retard en maths.

Est-il possible d'empêcher la survenue de la dyscalculie ?

A l'heure actuelle, non (à part le fait de ne pas boire d'alcool pendant la grossesse, puisque cela semble être une des causes possibles). Nous espérons que tous les types de dyscalculie pourront à l'avenir être diagnostiqués très tôt, de sorte que ces enfants puissent recevoir un appui pour l'apprentissage des mathématiques avant même d'entrer à l'école ou pendant les premières années scolaires. Dans le cas où cette aide précoce serait efficace, nous pourrions espérer « restaurer » l'apprentissage mathématique à un niveau normal, et éviter ainsi l'apparition, plus tard, de difficultés d'apprentissage.

Comment rééduquer la dyscalculie ?

De nombreuses recherches ont été menées sur cette question dans le domaine des sciences de l'éducation, et il existe de nombreuses rééducations conçues spécialement pour des enfants présentant des difficultés en mathématiques. Cependant, parmi ces rééducations, rares sont celles qui ont été rigoureusement testées pour leur efficacité; de plus, les rares études qui ont été menées à ce sujet incluent des enfants qui présentent des difficultés mathématiques dont la source peut être très variée, ne provenant pas uniquement d'une dyscalculie.

Ainsi, la recherche sur la rééducation de la dyscalculie n'en est qu'à ses débuts. Je suis personnellement impliquée dans un projet qui vise à tester un programme de rééducation conçu pour des enfants dyscalculiques, et d'autres projets du même type sont en cours. Nous espérons que des réponses claires et solides émergeront de ces recherches dans les 5 à 10 années à venir.

Quelles sont les conséquences d'une dyscalculie qui n'a pas été traitée ?

Alors que la dyscalculie est moins handicapante que la dyslexie, elle a néanmoins un impact négatif sur la vie de ceux qui en souffrent. De nombreux dyscalculiques trouvent le moyen de compenser leur trouble, par exemple en utilisant une calculatrice lorsque cela est possible, cependant l'aide apportée par ces stratégies est limitée. D'autres font simplement de leur mieux pour éviter les maths. Les enfants et les adultes ressentent l'impact de leur dyscalculie dans la vie de tous les jours (par exemple pour gérer ses finances); mais la dyscalculie affecte

également leur carrière, en limitant leurs possibilités académiques et professionnelles (Rivera-Batiz, 1992).

Je suis un enseignant, à quoi dois-je être attentif en classe?

Essayez de repérer les enfants qui peinent en mathématiques, même s'ils semblent assez intelligents, et s'ils s'en sortent bien dans les autres matières (ils peuvent cependant présenter des difficultés en lecture).

Voici une liste non exhaustive des « symptômes » possibles à rechercher:

- Semble ne pas avoir le « sens des nombres »
- A de la difficulté à apprendre à compter correctement, à mémoriser des faits arithmétiques, à suivre des procédures, ou à exécuter des stratégies de comptage.
- Peut faire la/les tâche(s) listée(s) ci-dessus, mais lentement
- Fait preuve d'une aversion ou d'une anxiété envers les maths, ou présente des comportements d'évitement

Comment enseigner les maths à un enfant dyscalculique?

Premièrement, un enfant dyscalculique a besoin d'aide supplémentaire pour étudier les mathématiques. Vous devez garder à l'esprit qu'il existe plusieurs points de vue sur le meilleur moyen de rééduquer la dyscalculie, et seul un petit nombre est basé sur des recherches. Vous devez donc vous faire un peu une idée de ce qu'il y a « sur le marché ». Ci-dessous vous trouverez quelques références qui pourraient vous être utiles.

En fin de compte, la meilleure approche consiste probablement à a) identifier les domaines dans lesquels l'enfant présente des difficultés, et b) essayer de les cibler lors de l'intervention. Il est important de réaliser que certaines difficultés peuvent résulter d'une atteinte de très bas niveau, telle l'atteinte de la compréhension du sens des nombres, ou celle de la mémoire verbale; une intervention mettant l'accent sur la compréhension devrait être plus bénéfique dans le cas d'une atteinte du premier type, alors qu'une intervention constituée d'entraînements répétés profiterait probablement davantage à un enfant présentant le deuxième type de trouble.

Orthophonie

En France, si vous cherchez un(e) orthophoniste spécialisé(e) dans la rééducation des maths, vous pouvez contacter la société GEPALM, qui forme les orthophonistes à rééduquer le calcul. La formation est issue de l'approche piagétienne, mais chaque orthophoniste a sa propre approche. La société peut vous fournir une liste des orthophonistes spécialisé(e)s en calcul dans votre ville ou quartier (voir «listes rééducateurs» sur le site).

GEPALM, 60 Bd Saint Marcel, 75005 Paris

Tél: 01 47 07 82 11

Fax: 01 43 31 49 13

Site internet à: <http://www.gepalm.org/>

Autres ressources utiles pour enseignants et parents

Livres en français:

Stanislas Dehaene (1997). **La Bosse des Maths**. Éditions O. Jacob, Paris. *Introduction générale à la cognition numérique destinée au public.*

Michel Fayol (1997). **L'enfant et le nombre: Du comptage à la résolution de problèmes**. Éditions Delachaux & Niestle. *Introduction au développement de la représentation du nombre chez l'enfant.*

- Anne Van Hout, Claire Meljac & Jean-Paul Fischer (2005). **Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant**. 2^{ème} édition. Éditions Masson, Paris.
Livre plus «académique»: Symptômes, causes, évaluation et remédiation de la dyscalculie. Développement des capacités numériques chez l'enfant.
- Mauro Pesenti (2000). **Neuropsychologie des troubles du calcul**. Éditions Solal. *Livre plus académique, origines cérébrales des troubles du calcul.*

Articles en français

- Wilson, A. J. (sous presse). **Dyscalculie développementale: L'approche "neurocognitive"**. Annals of the Foundation Fyssen.
- Molko, N., Wilson, A., & Dehaene, S. (2005). **La dyscalculie développementale, un trouble primaire de la perception des nombres**. Médecine et Enfance, 1-6.
- Molko, N., Wilson, A. J. & Dehaene, S. (2004). **Dyscalculie, le sens perdu des nombres**. La Recherche, 379, 42-47. (Téléchargeable depuis www.unicog.org)
- Vaivre-Douret, L. & Tursz, A. (1999). **Les troubles d'apprentissage chez l'enfant: Un problème de santé publique?** Actualité et Dossier en Santé Publique.
(Téléchargeable depuis <http://hcsp.ensp.fr/hcspi/docspdf/adsp/adsp-26/ad262366.pdf>)

Ressources Internet en français

- Hélène Audren (2005). Quelques éléments de réflexion sur la dyscalculie. <http://www.ac-grenoble.fr/rep.fontaine/stage/dyscalculie.htm>. Académie de Grenoble.
- Revue sur la dyscalculie (CENOP de Montréal Québec)
<http://www.cenopfl.com/documentation/dyscalculie.htm>
- Site de coordination des intervenants auprès des personnes souffrant de dysfonctionnements neuropsychologiques. <http://www.coridys.asso.fr/> Site officiel comportant une rubrique juridique, une base documentaire, et de nombreux liens vers d'autres ressources.
Quelques informations sur la dyscalculie.

Livres en anglais

- Brian Butterworth. (1999). **The Mathematical Brain**. MacMillan, London. *Introduction générale à la cognition numérique destinée au public.*
- Brian Butterworth & Dorian Yeo. (2004). **Dyscalculia Guidance: Helping Pupils with Specific Learning Difficulties in Maths**. Nfer Nelson, London. *Guide pour enseignant, contenant des exercices.*

Sites Internet en anglais

- United States National Center for Learning Disabilities. <http://nclld.org>. *Comprend des pages d'informations factuelles sur la dyscalculie, et des liens vers d'autres ressources locales.*
- LDOnline. <http://www.ldonline.org/>. *Site américain avec des liens vers de nombreuses ressources, dont des textes portant sur les troubles du calcul.*
- The OECD's Brain and Learning site. <http://www.oecd.org/edu/brain>. *Projet OCDE financé par NSF et dont le but est de développer un réseau d'information sur la dyslexie et la dyscalculie, et sur les outils de rééducation.*
- Le site Internet de Brian Butterworth (University College, London)
<http://www.mathematicalbrain.com>. *Site sur la dyscalculie et la cognition numérique, mises à jour sur l'état actuel des recherches, et liens vers d'autres ressources.*
- INSERM U562 <http://www.unicog.org>, (Laboratoire dirigé par Stanislas Dehaene). *Mises à jour sur l'état actuel des recherches, et listes d'autres articles académiques à lire. Voir la page "Numbers".*

Références académiques

- Ansari, D., & Karmiloff-Smith, A. (2002). Atypical trajectories of number development: A neuroconstructivist perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(12), 511-516.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181-185.
- Badian, N. A. (1999). Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia*, 49, 45-70.
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114(2), 345-362.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Dev Med Child Neurol*, 38(1), 25-33.
- Isaacs, E. B., Edmonds, C. J., Lucas, A., & Gadian, D. G. (2001). Calculation difficulties in children of very low birthweight: A neural correlate. *Brain*, 124(9), 1701-1707.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74(3), 834-850.
- Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7(3), 164-177.
- Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99-125.
- Lewis, C., Hitch, G. J., & Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year old boys and girls. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 35(2), 283-292.
- Lindsay, Rl, Tomazic, Levine, Md, Accardo, et al. (2001). Attentional function as measured by a continuous performance task in children with dyscalculia. *J Dev Behav Pediatr*, 22(5), 287-292.
- Lyytinen, H., Guttorm, T. K., Huttunen, T., Hamalainen, J., Leppanen, P. H. T., & Vesterinen, M. (in press). Psychophysiology of developmental dyslexia: A review of findings including studies of children at risk for dyslexia. *Journal of Neurolinguistics, In Press, Corrected Proof*.
- Merzenich, M. M., Jenkins, W. M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S. L., & Tallal, P. (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science*, 271(5245), 77-81.
- Molko, N., Cachia, A., Riviere, D., Mangin, J. F., Bruandet, M., Le Bihan, D., et al. (2003). Functional and structural alterations of the intraparietal sulcus in a developmental dyscalculia of genetic origin. *Neuron*, 40(4), 847-858.
- Rivera-Batiz, F. L. (1992). Quantitative literacy and the likelihood of employment among young adults in the united states. *The Journal of human resources*, 27(2), 313-328.
- Rourke, B. P. (1993). Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, 26(4), 214-226.
- Shalev, R. S., & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. *Pediatr Neurol*, 24(5), 337-342.
- Shalev, R. S., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (1997). Neuropsychological aspects of developmental dyscalculia. *Mathematical Cognition*, 3(2), 105-120.
- Stanescu-Cosson, R., Pinel, P., Moortele, P.-F. v. d., Le Bihan, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2000). Understanding dissociations in dyscalculia: A brain imaging study of the impact of number size on the cerebral networks for exact and approximate calculation. *Brain*, 123(11), 2240-2255.
- Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., et al. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral

remediation: Evidence from functional mri. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 100(5), 2860-2865.