

Les dyscalculies de l'enfant Children's dyscalculia

François Gaillard, neuropsychologue, Université de Lausanne

Psychoscope (Journal de la Fédération Suisse des Psychologues), 2004,8,20-23.

Les dyscalculies de l'enfant

Tout aussi invalidantes que les troubles du langage, elles sont moins bien connues et prises en charge, pense François Gaillard, professeur honoraire de psychologie à l'Université de Lausanne, psychologue spécialiste en neuropsychologie FSP.

Résumé

L'échec dans l'acquisition du calcul est sous-estimé par rapport aux autres troubles des apprentissages. Il y a actuellement un fossé entre la compréhension très avancée de ces difficultés et l'équipement insuffisant de remédiation des dyscalculies. L'argument de cet article est que les psychologues pour enfants et adolescents disposent d'un terrain d'étude à leur portée et peuvent développer les compétences d'intervention fortement attendues dans la communauté et même par les spécialistes.

Spécificité et diversité des dyscalculies

La dyscalculie développementale est un trouble spécifique des apprentissages du nombre et de l'arithmétique. Le terme vient de la neuropsychologie de l'adulte qui perd sa capacité de calculer à la suite d'une souffrance cérébrale acquise. La forme développementale intéresse la tranche d'âge des écoliers susceptibles d'acquérir le calcul. Par extension, elle concerne les adolescents et les adultes qui n'ont jamais réussi à calculer malgré une bonne intelligence et la réussite des autres apprentissages, sans souffrance neurologique connue durant l'enfance.

Il semble inutile de chercher le siège d'un dysfonctionnement cérébral unique, ni même l'erreur génétique isolée, qui expliqueraient la dyscalculie dans sa diversité. Cependant, la "bosse des maths" existe cognitivement sous forme de représentation scalaire. En effet, à l'origine de la dyscalculie, il y a souvent un déficit de la représentation mentale de la série numérique et des échelles qui procurent son sens au nombre : la suite régulière des nombres, le cadran analogique de la montre, le compteur de vitesse de la voiture, par exemple.

Ainsi, en termes neuropsychologiques, la dyscalculie a son originalité, comparée aux troubles du langage ou aux autres troubles spatiaux, à savoir un déficit des repères sur les échelles créées mentalement de toutes pièces. Cette aptitude dépend particulièrement du bon fonctionnement des régions pariétales du cerveau. Il est intéressant de relever que ces mêmes régions s'organisent au cours de la vie par la "somatognosie" ou le traitement symbolique des informations en provenance du corps, premier objet à être exploré et compté. La représentation scalaire est donc liée au schéma corporel.

Cependant, les études par l'imagerie cérébrale fonctionnelle durant la tâche de calcul prouvent l'implication de pratiquement toutes les parties du cerveau. Les recherches actuelles de pointe mettent en évidence la temporalité de l'engagement des différentes régions du cerveau dans la résolution d'un problème arithmétique. Cette implication régionale dépend évidemment de la nature exacte de la tâche, qui peut être très variée en calcul.

Impact social de la dyscalculie

La dyscalculie acquise de l'adulte le prive de son autonomie de gestion, condition grave de dépendance et malheureusement fréquente dans les dégénérescences pathologiques de l'âge. Le dyscalculique développemental devient un adulte relativement autonome, mais qui doit accepter de dépendre d'autrui pour toutes sortes d'activités pratiques, notamment pour utiliser les mesures dans son commerce et ses travaux.

Cependant, l'enfant doit tout apprendre pendant son développement, non seulement les différentes échelles, mais également la construction du nombre lui-même, sa signification ordinale et cardinale, sa lecture, son écriture, sa grammaire interne (les chiffres dans le nombre), le raisonnement mathématique à mi-chemin entre la logique verbale et la représentation scalaire.

La dyscalculie développementale n'est donc pas une et réunit tous les aspects des troubles propres à l'acquisition du nombre et du calcul, au rang desquels figurent également les difficultés verbales et non verbales. C'est la raison pour laquelle la DSM a changé le terme dyscalculie, admis en 1987 par l'American Psychiatric Association, en "trouble des mathématiques" dans sa version IV de 1994.

Le nombre en tant qu'objet psychologique

Avant de soupçonner un dysfonctionnement cérébral, il y a lieu de replacer l'acquisition du nombre et du calcul dans le contexte psychologique de

l'apprentissage, car l'apprentissage du nombre participe directement à son échafaudage neuropsychologique. Pour qu'un tel trouble s'avère spécifique, il faut malheureusement attendre deux années de confrontation didactique aux nombres, soit souvent l'âge de 8-9 ans.

Au moment où l'enfant sort de l'enchantement du conte et apprend la forme écrite du langage comme un nouvel horizon pour comprendre et pour s'exprimer, les nombres lui sont présentés et leur signification n'est plus verbale. Elle est à chercher dans l'abstraction par rapport aux objets et à leurs contenus, dans la position relative, dans l'estimation de quantités. Le nombre demande donc une tournure d'esprit bien différente du verbe. Cognitivement, il devient non verbal, alors que, dépourvu de son sens, il peut toujours être entendu et prononcé, comme à l'âge préscolaire. C'est pourquoi le nombre est en lui-même un objet passionnel pour l'enfant : objet de curiosité pour un langage alternatif (numérophilie), objet d'anxiété pour une nouvelle forme de représentation (numérophobie).

L'apprentissage du nombre

Il a été démontré que l'enfant possède une connaissance précoce des petits nombres et des opérations arithmétiques, même des divisions (partager également), ceci avant d'acquérir le code digital écrit. L'enfant est donc d'abord un calculateur naturel, puis un écolier qui maîtrise les nombres en chiffres arabes, enfin ce qu'on pourrait appeler un apprenti mathématicien. Tout au long de ce cheminement, les difficultés face au nombre peuvent se combiner avec certaines difficultés de langage, certaines difficultés praxiques et certaines difficultés émotionnelles et attentionnelles, pour ne parler que des comorbidités les plus courantes.

Sous-types de dyscalculie

La classification des sous-types de dyscalculie occupe les spécialistes (voir Ardila & Rosselli, 2002) et nous n'en proposons volontairement pas car nous pensons plus simple de dire que le cerveau entier et intact est nécessaire pour coordonner les processus cognitifs du nombre et du calcul. Par conséquent, au niveau étiologique, toute fragilité instrumentale, tout trouble de la coordination entre activités complémentaires (nous pensons au rôle connecteur de la substance blanche du cerveau), toute immaturité neurodéveloppementale sont susceptibles d'entraîner une inaptitude au calcul. Un groupe particulièrement à risque, par exemple, est constitué des enfants nés prématurément et avec un petit poids de naissance. Dans leur cas, la dyscalculie et les troubles associés se laissent voir après des années de développement physique et intellectuel normal, du moins dans le cadre de la cohorte des prématurés.

Par ailleurs, la dyscalculie a été documentée chez les enfants infirmes moteurs cérébraux congénitaux et chez les enfants avec souffrance cérébrale acquise.

La clinique

Les phénotypes les plus fréquents de dyscalculie sont les suivants (actualisé à partir de Strang & Rourke, 1985) :

1) Versant verbal.

À l'extrême, on observe une quasi-surdité aux nombres et une confusion de nombres dans les énoncés verbaux. L'enfant ne fixe pas les faits arithmétiques (petites opérations automatisées et tables de multiplication). Il contrôle mal la tâche de calcul par le raisonnement verbal, il montre un défaut de métacognition. Un résultat impossible n'est pas perçu. On rencontre parfois la dyslexie pour les chiffres et les nombres.

2) Versant non verbal.

Il s'agit d'un tableau dominé par les erreurs dans l'identification des chiffres et des signes arithmétiques (+, -, x, :). On observe parfois des symptômes de dysfonctionnement de l'hémisphère cérébral droit : troubles massifs de l'organisation visuo-spatiale, dysprosodie (troubles de l'intonation), troubles de la reconnaissance des émotions sur les visages, troubles tactiles de la main gauche. Il est important de savoir que les enfants qui présentent ce tableau ne sont pas aidés par les représentations spatiales du nombre et des opérations arithmétiques.

3) Versant somatognosique.

Ici s'observe la confusion dans l'orientation sur le corps. Elle s'accompagne typiquement d'une désorientation dans le travail spatialisé : par exemple, confusion entre les nombres à soustraire, difficulté à aligner les chiffres en colonnes, troubles graphomoteurs au niveau de l'écriture des nombres, erreurs de représentation scalaire.

4) Versant exécutif.

Là, ce sont les troubles attentionnels et émotionnels qui dominent (inhibition ou, au contraire, impulsivité), accompagnés des erreurs de planification de la tâche et de séquentialisation des procédures : omission ou adjonction d'une étape dans le calcul, application d'une opération impropre (l'enfant rend la tâche plus complexe qu'elle n'est), difficulté à changer de tâche et d'opérations, persévérations.

5) Versant mémoire de travail.

Dans ce cas, l'échec s'observe dans tout ce qui n'est pas réalisable par une procédure pas à pas, comme compter sur ses doigts.

Cette récapitulation simplifiée des difficultés permet d'accorder une aide efficace lorsque la difficulté se présente isolément. Cependant, la dyscalculie persistante provient la plupart du temps d'une combinaison des troubles.

L'évaluation

Une action concertée de l'Union Européenne, ESCAPE, dirigée par le regretté Gérard Deloche, a permis à deux groupes de chercheurs suisses de développer leurs travaux sur la dyscalculie développementale. Michael von Aster, pédopsychiatre du canton de Zürich, a construit NUCALC, un instrument de dépistage des troubles du nombre et du calcul dans la population d'enfants et d'adolescents consultant en psychiatrie (von Aster, 2000). Nous avons construit en partenariat NUMERICAL, un instrument analytique normalisé sur 746 écoliers de 7 à 9 ans, dont 256 romands. L'originalité de ce test consiste à étudier le langage du nombre chez l'enfant, séparément du code digital et de l'opérativité (Gaillard, 2000).

Cependant, il est à relever que l'expérience clinique avec les enfants bloqués en calcul fait apparaître des questions d'appétence, de numérophobie, de statut émotionnel et de souffrances psychologiques consécutives à l'échec scolaire, qui sont à analyser séparément.

Que faire ?

D'abord créer une véritable remédiation des troubles dyscalculiques qui sont finalement assez proches des troubles dyspraxiques par le "bas bruit" de la perturbation et la difficulté à l'identifier suffisamment tôt.

Où rencontre-t-on les enfants dyscalculiques? Quelques fois chez les logopédistes (orthophonistes), dans les centres logopédiques et les classes de langage, parfois dans les classes spéciales pour retards sévères d'acquisition. Les thérapeutes de la psychomotricité suivent souvent des enfants dyscalculiques en traitant les versants non verbal et somatognosique du trouble.

En fait, on ne sait pas comment orienter scolairement les dyscalculiques, ni à quels thérapeutes les adresser. Pour s'intéresser au nombre, les spécialistes doivent dépasser leurs spécialisations et inventer une thérapie hors de leur

expertise, même si celle-ci est indispensable à la reconnaissance du trouble sélectif.

Nous en appelons aux jeunes psychologues pour qu'ils s'intéressent à l'acquisition du nombre et des mathématiques, qu'ils créent des consultations de dépistage et de prise en charge. Les connaissances sont maintenant là. Nous disposons d'outils d'observation, certes encore à développer. Nous savons que derrière la dyscalculie ne se cache pas un trouble unique. Nous savons que l'enfant a besoin de tout son cerveau et de toutes ses stratégies cognitives pour atteindre la flexibilité mentale entre verbal et non verbal, entre règles propres à l'orthographe et règles propres à l'écriture des nombres, entre représentation spatiale et scalaire. Nous savons que la manipulation des chiffres dans le calcul est un procédé séquentiel qui a sa durée, sa programmation et sa charge attentionnelle.

Si les psychologues ne font rien, ils doivent savoir qu'il ne reste à ces enfants que la psychothérapie pour leurs souffrances incomprises. Les parents qui ne reconnaissent pas le trouble psychogène adresseront leurs enfants à des spécialistes consciencieux qui, certes, les aideront, mais en dehors du champ du calcul.

Nous pouvons donner des pistes de remédiation qui découlent naturellement d'une bonne observation et d'une analyse des difficultés. Mais il y en aurait tant qu'elles dépasseraient le cadre de cet article. Tenons-nous-en à quelques principes.

Principes de remédiation

Le premier principe de remédiation est de prouver à l'enfant comme à son entourage qu'on a compris ses procédures de travail mental et ses efforts vains face aux nombres.

Le second principe est de parler la langue des nombres avec l'enfant en lui montrant les échelles de positionnement et de valeur, en lui montrant les liens possibles avec le langage familier par les estimations (davantage, moins, égal,...), la conservation du nombre, finalement en le rendant attentif à ne pas aborder le monde numérique de la même manière qu'il traite le langage et la sémantique verbale.

Le troisième est d'exercer la flexibilité dans les changements de représentation. En effet, en même temps que l'on initie l'enfant à la représentation spatiale et analogique, il faut soupçonner que l'on s'attaque de front à la difficulté de compréhension de l'enfant.

Le quatrième consiste à consolider l'acquisition du nombre écrit, du code digital (écriture des nombres en chiffres arabes), avec la base de dix, la direction droite-gauche de l'ordre des unités, dizaines et centaines, la composition invariable des centaines en trois chiffres et la valeur positionnelle du chiffre dans le nombre, la signification du zéro.

Le cinquième concerne les opérations arithmétiques que l'enfant connaît naturellement depuis son jeune âge mais qu'il symbolise maintenant avec un matériel ou avec son représentant, le nombre.

Le sixième a trait à la métacognition, à l'anticipation, à l'évaluation des diverses opérations à effectuer. Donner à l'enfant les outils nécessaires pour qu'il contrôle lui-même la durée de l'effort de concentration, l'expectation de la réussite et l'utilité de l'exercice.

Par ailleurs, le contexte des représentations psychologiques de l'enfant, de sa famille, le cas échéant des enseignants face aux difficultés arithmétiques de l'enfant fait partie intégrante d'une démarche globale de remédiation.

Nous appelons à la création de consultations interdisciplinaires. Les thérapeutes du langage et de la psychomotricité apporteraient leurs expertises propres. Le psychothérapeute serait prêt à intervenir dans le cas où la souffrance d'un enfant atteindrait le développement de sa personnalité ou dans celui où l'incompréhension pour le trouble perturberait la dynamique relationnelle au sein de la famille ou entre la famille et l'école. Le psychologue se spécialiserait dans l'observation et le traitement des versants non verbaux, autrement dit des aspects de désengagement du langage, d'alternative à l'intelligence verbale. Il se spécialiserait également dans le développement de l'intelligence exécutive en facilitant le contrôle attentionnel et mnésique de l'enfant, son expression émotionnelle face au domaine numérique, tant il est vrai qu'il faut traiter l'identité de l'écolier mise à mal par l'échec.

Il manque des spécialistes et des centres spécialisés dans la promotion de l'intelligence non verbale. Les machines, les calculettes et les ordinateurs remplacent un temps seulement l'esprit déficient dans les procédures de calcul. Une école pour tous ne peut se contenter de procurer aux enfants une prothèse qui leur rendra à jamais incompréhensible le monde analogique, celui des estimations, des mesures comparatives, pratiquement de la maîtrise de la monnaie et de l'autonomie de gestion. Notre pays a beaucoup fait pour les enfants en souffrance de langage. Les écoles et institutions, maintenant exsangues, ne feront pas la même chose pour les enfants qui souffrent de troubles non verbaux, notamment de dyscalculie.

Bibliographie (ref. plus complètes auprès de l'auteur)

Ardila, A. & Rosselli, M. (2002). Acalculia and Dyscalculia. *Neuropsychological Review*, 12(4), 179-231.

Gaillard, F. (2000). Numerical. Test neurocognitif pour l'apprentissage du nombre et du calcul. Université de Lausanne, Institut de psychologie: Actualités Psychologiques, édition spéciale.

Noël, M.-P. (2000). La dyscalculie développementale : un état de la question. In M. Pesenti & X. Seron (eds). *Neuropsychologie du calcul et du traitement des nombres*. Marseille : Solal.

Molko, N., Cachia, A., Riviere, D., Mangin, J. F., Bruandet, M., Le Bihan, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). Functional and structural alterations of the intraparietal sulcus in a developmental dyscalculia of genetic origin. *Neuron*, 40(4), 847-858.

Temple, C. & Sherwood, S. (2002). Representation and retrieval of arithmetic facts: Developmental difficulties. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A, 3, 733-752.

van Hout, A., & Meljac, C. (2001). *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*. Paris : Masson.

von Aster, M. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation : Varieties of developmental dyscalculia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9/II, 41-57.