

Anne-Françoise de Chambrier

La dyscalculie, caractéristiques et thérapie

Résumé

L'article décrit les caractéristiques principales de la dyscalculie ainsi que les sous-domaines faisant partie de la cognition mathématique. Il propose des pistes de remédiation et traite de l'importance de la collaboration entre enseignant-e-s et thérapeutes. Il mentionne également les formations existantes et les différences de prise en charge financière en Suisse romande.

Zusammenfassung

Der Artikel beschreibt sowohl die Hauptmerkmale der Dyskalkulie als auch die zur mathematischen Kognition gehörenden Unterbereiche. Es werden Interventionsmöglichkeiten vorgeschlagen, bei denen die Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen Lehrpersonen und Therapeutinnen und Therapeuten hervorgehoben wird. Ausserdem werden die existierenden Ausbildungsgänge und die verschiedenen Finanzierungsmöglichkeiten in der Westschweiz aufgezeigt.

La dyscalculie

La dyscalculie se définit comme un trouble des habiletés numériques et arithmétiques. Celles-ci se situent alors nettement en-dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge du sujet, de son niveau intellectuel et d'un enseignement approprié, en dehors de tout déficit sensoriel et interférant de manière significative avec la réussite scolaire de l'enfant ou les activités de la vie courante^[1]. Ce trouble touche, selon les études, entre 1^[5] et 6%^[10] des enfants et est fréquemment associé à d'autres troubles. Ainsi, selon différentes recherches, entre 17 et 64% des enfants dyscalculiques sont de mauvais lecteurs^{[10][12]} et 15 à 26 % d'entre eux présentent parallèlement des symptômes d'hyperactivité ou d'inattention^{[13], [10]}.

Le diagnostic de dyscalculie est posé suite à un bilan, lors duquel on utilise des tests standardisés tels que le Tédi-Math^[9], le Zareki^[4], le Numerical^[6] ou l'UDN-II^[15]. Ce bilan permet de situer les performances d'un enfant par rapport à celles de son

groupe d'âge et d'analyser ses compétences cognitives sous-jacentes.

Les difficultés pouvant faire partie d'une dyscalculie étant diverses, plusieurs sous-domaines sont analysés lors d'un bilan. Globalement, afin de bien cerner les difficultés rencontrées, on évaluera les sous-domaines suivants :

Le comptage	Maîtrise de la chaîne numérique verbale avec des bornes (compter à <i>partir de et jusqu'à</i>), à l'endroit et à l'envers, par pas (par 2, par 10).
Le dénombrement	Principes de coordination entre les mots-nombres et le pointage; d'ordre stable des mots-nombres dans la chaîne numérique; de non-pertinence de l'ordre des objets dénombrés; d'abstraction des caractéristiques physiques (taille, couleur, etc.); et de cardinalité.
Le transcodage	Lecture et production écrite de nombres, nécessitant la maîtrise du lexique et des règles de combinaison du système numérique arabe et oral.
Les systèmes numériques	Système en base 10, jugement de grammaticalité sur des mots-nombres, etc.

L'arithmétique	Différentes opérations de tailles variées, en prenant soin d'observer les stratégies (comptage à partir de 1 ou comptage à partir d'un des opérands) et les supports de comptage (mental, verbal, digital).
Les opérations logiques	Conservation, sériation, classification, combinatoire, inclusion.
L'estimation de la quantité	Ou <i>sens du nombre</i> : placement de nombres sur une ligne, estimation du total d'une collection de points, estimation qualitative en contexte...
La résolution de problèmes	Analyser ce qui pose problème à l'enfant : <ul style="list-style-type: none"> • parmi les caractéristiques des problèmes : leur type (changement, combinaison, comparaison); les informations à y rechercher (quantité initiale ou finale, une des parties ou le tout); • et parmi d'autres difficultés possibles : le vocabulaire mathématique, la planification des actions, la sélection des informations pertinente, la compréhension du sens des opérations, etc. ^[16]

Les causes de la dyscalculie :

Plusieurs hypothèses sont avancées dans la littérature en ce qui concerne les origines de la dyscalculie. Elles peuvent être classifiées en deux principales tendances.

D'une part, plusieurs auteurs considèrent la dyscalculie comme un trouble primaire, découlant d'une atteinte de la *magnitude* (représentation de la quantité) : les enfants dyscalculiques seraient privés du sens du nombre. La magnitude est très vraisemblablement représentée – chez l'enfant ^[17] et chez l'adulte ^[3] – sous forme de ligne numérique (figure 1), orientée de gauche à droite et de moins en moins précise au fur et à mesure que les nombres augmentent.

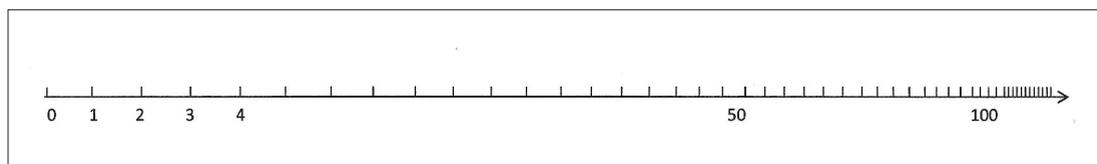


Figure 1 : Modélisation de la ligne numérique mentale

Cette représentation de la magnitude semble en effet particulièrement intéressante dans la compréhension de la dyscalculie. En effet, plusieurs études ont démontré un lien entre une représentation de la quantité sous cette forme et différentes performances arithmétiques^[2]. Des données ont également montré que les enfants dyscalculiques ont une représentation de la quantité moins précise, ce d'autant plus sur les plus grands nombres (*représentation logarithmique de la quantité* ^[8]).

D'autres auteurs perçoivent la dyscalculie comme un trouble secondaire résultant d'un autre *déficit cognitif*. Dans cette optique, plusieurs facteurs ont été mis en

évidence comme ayant un lien avec la dyscalculie; on citera notamment la mémoire de travail (*capacité à maintenir et à traiter simultanément de l'information*), les habiletés visuo-spatiales, le langage, les gnosies digitales (*aptitude à reconnaître les doigts sans les regarder*), le traitement phonologique et l'inhibition d'information non-pertinentes. Pour ce qui est de la mémoire de travail ^[7], un déficit de celle-ci a des répercussions dans différents domaines mathématiques (le comptage, l'arithmétique complexe, la résolution de problèmes) et particulièrement dans la rétention des faits arithmétiques (*résultats de petits calculs*) (Lire encadré).

La mémoire de travail dans la rétention des faits arithmétiques :

Pour Geary et al., le passage des faits arithmétiques en mémoire à long terme ne peut se faire que si les deux opérandes du problème et la réponse obtenue à partir du comptage peuvent être actifs simultanément en mémoire de travail, de manière à créer progressivement une association entre le problème et la réponse. Il s'avère cependant que les enfants dyscalculiques sont en difficultés à plusieurs niveaux compromettant cette association : on notera ainsi un empan de mémoire de travail plus court, des stratégies de comptage moins matures et un comptage moins efficient.

On notera par ailleurs qu'un certain nombre de données attestent également du caractère génétique de la dyscalculie [18].

A la lecture de ce qui précède, on remarque que plusieurs hypothèses existent concernant l'étiologie de ce trouble. Etant donné la diversité des symptômes possibles dans l'entité clinique complexe qu'est la dyscalculie, il semble que la démarche la plus intéressante pour comprendre l'origine des difficultés d'un enfant, et donc pour l'aider au mieux, soit l'analyse au cas par cas. Un enfant dyscalculique présentera en effet souvent des difficultés plus ciblées dans certains sous-domaines mathématiques avec des déficits cognitifs associés qui varieront d'un enfant à l'autre [22].

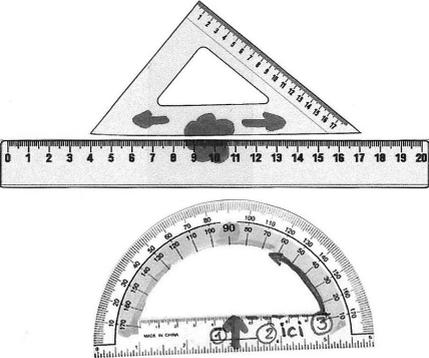
La remédiation de la dyscalculie :

La recherche au sujet de la dyscalculie souffre d'un retard considérable par rapport à d'autres domaines et cela est d'autant plus vrai pour sa remédiation [11]. La question des méthodes de rééducation est

donc délicate, car s'il existe de très nombreux matériels et logiciels à disposition, les études manquent quant à leur bienfondé théorique et à leur validation thérapeutique.

Il existe tout de même des données sur des moyens efficaces d'aider les enfants souffrant de dyscalculie. Vilette a par exemple développé un outil de remédiation, *l'Estimateur* [19][20]. Ce logiciel fait interagir les deux systèmes qui interviennent dans les traitements numériques, à savoir le système verbal qui traite les nombres symboliques (*oraux et arabes*) et le second système qui les transforme en représentations spatiales pour leur donner du sens (*code analogique*) [21]. *L'Estimateur* génère sur un écran d'ordinateur une ligne numérique sur laquelle les enfants doivent estimer le résultat de problèmes arithmétiques. Lorsque l'enfant ne connaît pas la réponse et qu'elle n'est pas correcte du premier coup, il procède par approximations successives. Celles-ci vont plus particulièrement interagir avec les représentations numériques exactes données dans les calculs. Les effets positifs de cet entraînement sur les enfants dyscalculiques ont été observés sur les compétences en arithmétique mais également à d'autres niveaux comme le comptage à rebours, la lecture de nombres ou la comparaison de nombres à l'oral.

Globalement, plutôt que des *méthodes* de rééducation qui s'appliqueraient indifféremment aux enfants diagnostiqués comme dyscalculiques, les thérapeutes préfèrent une intervention individualisée fondée sur certains principes parmi lesquels on peut mentionner:

<p>Une connaissance pointue des mécanismes en jeu dans la cognition mathématique :</p>	<p>C'est cette connaissance précise qui permettra au thérapeute de choisir et de développer des activités et du matériel ciblés pour pallier aux difficultés de l'enfant.</p>
<p>Un bilan précis des difficultés rencontrées et de ses déficits cognitifs sous-jacents</p>	<p>C'est à partir de là que sera défini le plan thérapeutique. Selon les observations lors du bilan, on cherchera par exemple à développer : la représentation de la quantité, une chaîne numérique verbale longue et élaborée, les capacités en mémoire de travail, des stratégies de comptage plus matures et plus rapides, etc.</p>
<p>Le respect de la zone proximale de développement de l'enfant</p>	<p>L'idée sera d'atteindre un taux de réussite suffisamment élevé dans une activité avant d'en augmenter progressivement la difficulté, et de mettre en place des aides que l'on estompera au fur et à mesure.</p>
<p>Le développement de moyens compensatoires</p>  <p>Figure 2: Matériel avec repères pour un jeune dyscalculique en grandes difficultés en géométrie</p>	<p>Les troubles <i>dys</i> étant définis comme des troubles durables et sévères, résultant d'un déficit cognitif et non d'un manque d'entraînement, il ne servira à rien de faire <i>un peu plus de la même chose</i>. Il est par ailleurs peu probable que les symptômes soient définitivement gommés par une rééducation. Il s'agira donc d'aider l'enfant à atteindre un niveau fonctionnel avec des moyens qui lui conviennent ou avec des supports externes. Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entraîner la décomposition, quelques astuces et un comptage digital rapide plutôt que d'insister sur la mémorisation des faits arithmétiques ; • Dessiner des points de repère sur le matériel de géométrie (<i>équerre, règle, rapporteur</i>) pour en optimiser l'utilisation (figure 2).
<p>Favoriser des activités fonctionnelles et réinjecter du plaisir</p>	<p>Il s'agit de rendre aux apprentissages leur sens dans des activités concrètes du quotidien de l'enfant (par exemple faire des achats fictifs avec un budget maximal et un bon de rabais) et de passer par ses centres d'intérêt (utiliser sa collection de cartes, organiser un tournoi de foot, etc.).</p>

Collaboration enseignant-e-s – thérapeutes

La collaboration entre le corps enseignant et les thérapeutes est importante pour tous les troubles d'apprentissage ayant des répercussions directes sur le parcours scolaire de l'enfant, ce qui est évidemment le cas de la dyscalculie. Dans le cadre de ce trouble, outre les contacts pour faire le point sur l'évolution de l'enfant, la collaboration peut également concerner les aspects suivants :

- *La mise en place de moyens de références et d'aides externes*

Il s'agit de définir ensemble – entre parents, thérapeute et enseignant-e-s les supports externes qui sont nécessaires à l'enfant, afin de lui permettre un taux de réussite suffisant dans ses activités. Cela permet également de soulager le coût mental de certaines activités pour qu'il puisse s'adonner à d'autres acquisitions. On peut citer par exemple la mise à dis-

position: des tables d'additions et de multiplications pour qu'il se concentre sur les algorithmes des opérations en colonne; d'une ligne numérique ou de paquets d'allumettes pour des tâches d'arithmétique complexe; de papier quadrillé ou de colonnes en couleurs pour un enfant qui présente des difficultés de traitement spatial.

- *Les mesures d'assouplissement pour les évaluations*

Il est de plus en plus admis qu'un élève atteint d'un trouble tel que la dyscalculie, la dyslexie, ou encore un trouble sensoriel ne peut faire l'objet d'une évaluation objective dans les mêmes conditions que les autres élèves. Il s'agit donc

d'organiser le milieu de l'enfant et de réfléchir à des aménagements (adaptations, mesures de compensation des désavantages) permettant d'évaluer et de refléter ses acquis tout en diminuant les répercussions de son handicap. On peut par exemple: accorder le droit à la calculatrice pour certaines activités; autoriser un support de transcodage pour les activités de dictées de nombres (figure 3); surligner les signes des opérations arithmétiques pour éviter les interférences entre les techniques de calcul; réduire la quantité au profit de la qualité, accorder du temps supplémentaire, etc., sans pour autant toucher aux objectifs à vérifier eux-mêmes.

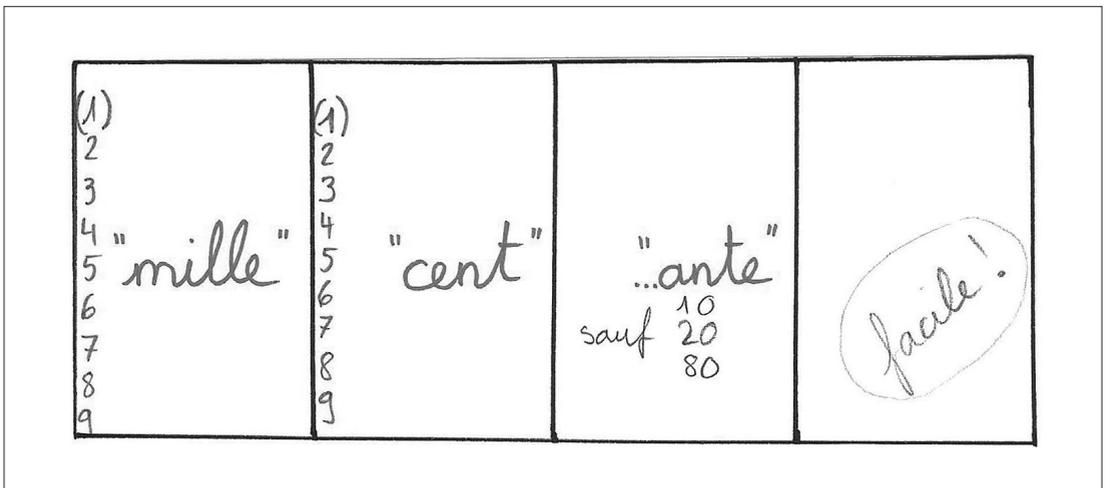


Figure 3: Support créé avec une jeune dyscalculique pour la dictée de nombres

- *La coordination entre la prise en charge thérapeutique et le programme scolaire*
Dans le cadre d'une dyscalculie, il importe de mener à bien les objectifs thérapeutiques en ayant partiellement comme support – si possible – les activités auxquelles l'enfant est confronté à l'école. En effet, le programme scolaire en mathématiques varie régulièrement,

et il semble important que l'enfant puisse récolter rapidement à l'école les fruits de son investissement en thérapie. Ce parallèle avec le programme scolaire n'est pas nécessaire dans le cadre d'une dyslexie par exemple, l'enfant ayant à faire à de la lecture tout au long de l'année. Dans ce sens, l'enseignant-e ou les parents peuvent faire parvenir au théra-

peute des photocopies d'activités dans lesquelles l'enfant a été en grande difficulté. Cela peut aider le thérapeute à orienter sa prise en charge et à préparer des supports utiles à l'enfant.

Les formations existantes

Comme on l'a vu, les difficultés pouvant faire partie d'une dyscalculie sont diverses, et peuvent renvoyer à des caractéristiques cognitives variables. La dyscalculie se situe donc au carrefour de plusieurs disciplines et ceci explique que différents professionnel-le-s puissent être concerné-e-s par ce trouble, comme les logopédistes, les neuropsychologues, les ergothérapeutes, les psychomotricien-ne-s et les enseignant-e-s spécialisé-e-s. La plupart des professionnel-le-s s'occupant de ce trouble ont suivi des formations continues post-diplôme telles que la formation *Gepalm, Cogi-Act*, ou différentes conférences ou formations permanentes.

Au niveau des formations de base, de nombreux auteurs font le constat du manque d'information en matière de dyscalculie^[14]. En Suisse romande, on peut tout de même relever une considération croissante de ce trouble, la plupart des cursus de formation concernés dispensant maintenant des cours sur le développement numérique et/ou ses troubles, mais de façon plus ou moins approfondie. Par exemple : la formation de logopédie à l'université de Genève contient 12 heures de cours spécifiquement sur la dyscalculie, et la plupart des étudiants suit un cours à option supplémentaire de 3 ECTS (1 ECTS = 25/30 heures de travail) sur le développement du nombre et du calcul et ses troubles ; le Master en neuropsychologie de l'université de Genève inclut 2 séminaires de 5 heures ; la formation en ergothérapie à la HES de Lausanne offre 2 périodes sur la dyscalculie, que d'autres cours sur des sujets as-

sociés viennent compléter (habiletés visuelles, etc.) : la HEP Vaud contient 14 périodes dans le cadre du Bachelor et 14 périodes supplémentaires dans le cadre du Master en pédagogie spécialisée.

Les différences de prise en charge financière

Malgré les connaissances grandissantes en matière de dyscalculie, ce trouble reste mal (re)connu et pris en charge financièrement. Celle-ci diffère passablement entre les professions et parfois entre les cantons.

- S'agissant des prestations des logopédistes, alors que la prise en charge des traitements concernant le langage oral ou le langage écrit relève majoritairement des départements de l'instruction publique, les traitements concernant la dyscalculie sont souvent à la charge des parents, surtout auprès de prestataires privés. La prise en charge de ce trouble est assumée par plusieurs services publics cantonaux, mais pas partout, et encore faut-il qu'il y ait des professionnels formés en leur sein.
- Les interventions des neuropsychologues sont partiellement prises en charge par certaines assurances complémentaires.
- Les interventions des ergothérapeutes ne sont pas remboursées pour une dyscalculie mais pour des troubles associés dans le cadre d'un diagnostic reconnu (maladresse motrice, dyspraxie, etc.). A ce moment, les prestations des ergothérapeutes sont remboursées par l'assurance de base lorsqu'une ordonnance médicale est délivrée, ou par l'AI lorsqu'un diagnostic plus lourd est posé. Ces interventions visent plus globalement à promouvoir l'autonomie, à favoriser la participation de l'enfant, et à dé-

velopper des stratégies d'apprentissage plus efficaces, capacités qui peuvent être limitées en raison de troubles fréquemment associés à une dyscalculie.

- Les enseignant-e-s spécialisé-e-s aident souvent les enfants qui rencontrent des difficultés en mathématiques dans le cadre du soutien pédagogique, prestation relevant alors des départements de l'instruction publique ou des communes. Et différentes prestations pédo-ga-thé-ra-peu-tiques, dont la remédiation de la dyscalculie, sont incluses dans les prises en charge globales de type écoles spécialisées.

Conclusion

Les recherches sur ce trouble des habilités numériques et arithmétiques sont en pleine évolution. Toutefois de nombreuses lacunes existent encore au sujet des différentes méthodes de rééducation, de leur financement et de la formation professionnelle. Un accompagnement individualisé, une collaboration entre l'ensemble des intervenant-e-s et une meilleure reconnaissance de la dyscalculie s'avèrent alors indispensables pour apporter un soutien optimal à l'élève. De plus, il est nécessaire de poursuivre la réflexion sur les mesures de compensation possibles permettant d'aménager des conditions d'apprentissage et d'évaluation particulières, ceci dans le but de limiter les effets du handicap sur le parcours scolaire.

Bibliographie

1. American Psychiatric Association (2004). Troubles des apprentissages. In American Psychiatric Association, DSM-IV-TR, *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (pp. 56-65), Masson.
2. Booth, J. L. & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. *Child Development*, 79, 1016-1031.
3. Dehaene, S. & Cohen, L. (1997). Cerebral pathways for calculation: Double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex*, 33, 219-250.
4. Dellatolas, G. & Von Aster, M. (2005). *Za-reki-R: Batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'enfant*. Paris: Editions du centre de psychologie appliquée.
5. Fisher, J.-P. (2009). Six questions ou propositions pour cerner la notion de dyscalculie développementale. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 102, 165-170.
6. Gaillard F. (2000). Numerical: Test neuro-cognitif pour l'apprentissage du nombre et du calcul. *Actualités psychologiques*. Lausanne: Université de Lausanne, édition spéciale.
7. Geary, D.C. (2005). Les troubles d'apprentissage en arithmétique: rôle de la mémoire de travail et des connaissances conceptuelles. In M.-P. Noël (Ed.), *La dyscalculie: trouble du développement numérique de l'enfant* (pp.169-191). Marseille: Solal.
8. Geary, D. C. et al. (2008). Development of number line representations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology*, 33, 277-299.
9. Grégoire, J., Van Nieuwenhoven, C. & Noël, M.-P. (2001). TEDI-MATH, A Test for Diagnostic Assessment of Mathematical Disabilities. 7th European Congress of Psychology, 29 June-6 July, London, UK.
10. Gross-Tsur, V., Manor, O. & Shalev, R.S. (1996). Developmental dyscalculia: pre-

- valence and demographic features. *Developmental medicine and child neurology*, 38, 25-33.
11. Inserm (2007). Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie. Paris : Inserm.
 12. 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 and Psychiatry*, 35, 283-292.
 13. Lindsay, R.I. et al., (2001). Attentional function as measured by a continuous performance task in children with dyscalculia. *Journal of Developmental Behaviour Pediatric*, 22(5), 287-292.
 14. Meljac, C. (2005). Le diagnostic, et après ? Remédiation et prises en charge. In A. Van Hout. C. Meljac & J.P. Fisher (Eds.), *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* (pp. 371-382). Paris, Masson, 2^{ème} édition.
 15. Meljac, C. & Lemmel, G. (1999). Batterie UDN 2: *Manuel d'utilisation et matériel*. Paris : ECPA.
 16. Ménissier, A. (2011). Analyser, comprendre et travailler les problèmes arithmétiques. In M. Habib et al. (Eds.), *Calcul et dyscalculies, des modèles à la rééducation* (pp. 79-129). Issy les Moulineaux : Elsevier Masson.
 17. Sekuler, R. & Mierkiewicz, D. (1977). Children's judgments of numerical inequalities. *Child Development*, 48, 630-633.
 18. Shalev, R. & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. Review article. *Pediatric Neurology*, 24, 337-342.
 19. Vilette, B. & Schneider, N. (2011). La rééducation basée sur la représentation de la magnitude. In M. Habib et al. (Eds.), *Calcul et dyscalculies, des modèles à la rééducation* (130-142). Issy les Moulineaux : Elsevier Masson.
 20. Vilette, B. (2009). L'Estimateur : un programme de remédiation des troubles du calcul. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 102, 165-170.
 21. Von Aster, M. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculations : Varieties of developmental dyscalculia. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 9, 1141-1157.
 22. Wilson, A. (2005). Guide des ressources sur la dyscalculie. Internet : www.unicog.org/docs/DyscalculieGuidedeRessources.pdf [Consulté le 14 mai 2012].



Anne-Françoise de Chambrier
Logopédiste indépendante
Rue Oscar-Huguenin 13
2017 Boudry
afdechambrier@yahoo.fr