

# TROUBLES OCULOMOTEURS CHEZ L'ENFANT DYSLEXIQUE : COMMENT LES TRAITER POUR AMÉLIORER LEUR LECTURE ?

Par Maria Pia Bucci

Plusieurs théories sur la dyslexie ont été proposées par les chercheurs. L'hypothèse d'un déficit phonologique dans la dyslexie est partagée par plusieurs auteurs. Des études d'imagerie cérébrale récentes ont montré que les déficiences phonologiques chez les dyslexiques sont corrélées à des anomalies importantes de la structure corticale de l'hémisphère gauche. Ces résultats suggèrent que la théorie phonologique est partiellement correcte, mais qu'elle ne peut pas expliquer toutes les déficiences observées dans la dyslexie. Notre équipe étudie depuis plusieurs années les mouvements oculaires chez les enfants dyslexiques à l'aide d'un oculomètre qui permet d'enregistrer de manière non invasive et objective la position de chaque œil sur le mot ou la cible visuelle et d'analyser les différents paramètres oculomoteurs. Chez les enfants dyslexiques, nous observons des mouvements oculaires anormaux lors de la lecture et nous testons actuellement certaines rééducations visuelles susceptibles d'améliorer les performances de lecture chez les enfants dyslexiques.



Chercheuse au CNRS depuis 2002, Maria Pia Bucci dirige actuellement une équipe « Développement et pathologie de la vision, posture & cognition » à l'unité UMR1141 de l'Hôpital pédiatrique Robert Debré à Paris. Le programme de recherche de Maria Pia Bucci est centré sur les aspects développementaux du contrôle binoculaire et des interactions visuo-posturales. Elle étudie les enfants atteints de pathologies neuro-ophtalmologiques (strabisme, anomalies de vergence) et les enfants ayant des troubles neurocognitifs (autisme, dyslexie, hyperactivité). Auteure de plus de cent articles dans des revues scientifiques internationales, Maria Pia Bucci enseigne dans différentes formations (Masters, Diplômes Universitaires) et est responsable à Paris (Centre de formation Connaissance & Évolution) d'une formation « Troubles neurocognitifs chez l'enfant : bilan et rééducation ».

**L**e terme « dyslexie » est apparu en 1887 lorsque le Docteur Berlin, ophtalmologiste, a décrit la difficulté à apprendre à lire<sup>[1]</sup>.

**Aujourd'hui, le terme désigne un « trouble de l'apprentissage de la lecture survenant en dépit d'une intelligence normale, de l'absence de troubles sensoriels ou neurologiques, d'une instruction scolaire adéquate, d'opportunités socioculturelles suffisantes »<sup>[2]</sup>. 5 à 10 % de la population d'âge scolaire<sup>[3]</sup> est affectée par ce trouble. Après un siècle de recherche, nous ne connaissons toujours pas son étiologie mais plusieurs explications ont été proposées par les chercheurs. Quelles sont ces théories ? L'hypothèse de déficit phonologique des enfants dyslexiques est-elle valide ? Quel est le lien entre mouvements oculaires et apprentissage de la lecture ? Quelles sont les pistes de rééducation à l'étude ?**

---

#### CAUSES DE LA DYSLEXIE

---

La lecture est un processus cognitif complexe dans lequel interviennent plusieurs mécanismes (perception visuelle, mouvements des yeux et capacités sémantiques et linguistiques). Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer l'origine de la dyslexie. Il est bien connu qu'il s'agit d'un déficit héréditaire qui affecte le traitement des mots et qui se rencontre plus fréquemment

chez les garçons que chez les filles (ratio 3:1)<sup>[4]</sup>. L'hypothèse la plus courante est la présence d'une atteinte phonologique dans la dyslexie, qui suggère que les enfants dyslexiques ne parviennent pas à apprendre à lire parce qu'ils n'acquièrent pas l'habileté à établir des liens entre les représentations mentales des lettres (graphèmes) et des sons de la parole (phonèmes). Des études d'imagerie récentes ont clairement montré que les altérations phonologiques chez les enfants dyslexiques étaient associées à des anomalies dans les structures corticales, impliquant notamment le réseau linguistique de l'hémisphère gauche, mais certains auteurs excluent qu'elle puisse être seule à l'origine de la dyslexie<sup>[5]</sup>. En effet, plusieurs études ont signalé des déficits des capacités auditives<sup>[6]</sup>, de la perception visuelle et des performances des mouvements oculaires<sup>[7]</sup>. L'hypothèse d'une déficience cérébelleuse conduisant à une automaticité et un contrôle moteur insuffisants chez les enfants dyslexiques a aussi été suggérée en 1990<sup>[8]</sup> et cette hypothèse est toujours d'actualité<sup>[9]</sup>.

---

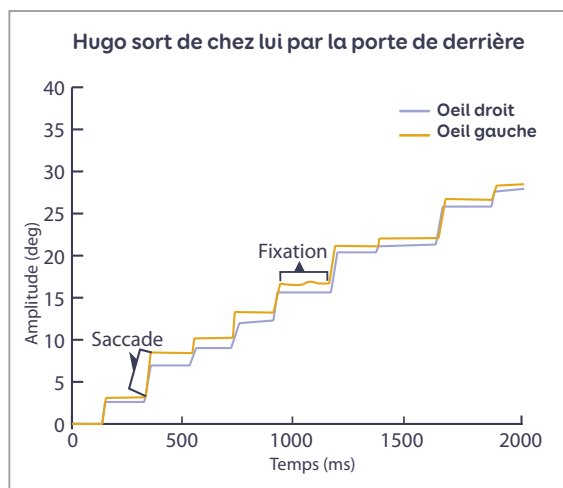
#### LECTURE ET MOUVEMENTS OCULAIRES

---

La lecture exige un bon contrôle oculomoteur dans l'espace naturel, c'est-à-dire un bon contrôle des saccades, des fixations et de la convergence<sup>[10]</sup>. En effet, pendant la

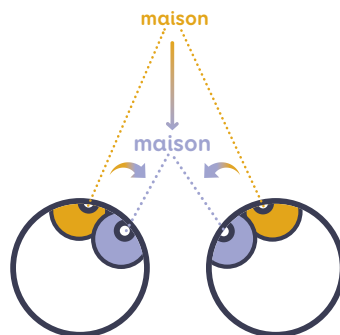
lecture, le système nerveux central doit coordonner les deux yeux dans la direction horizontale du texte (vers la droite) et verticale et/ou oblique (pour commencer une nouvelle ligne), faisant une série de saccades et de fixations tout en tenant compte de la distance à laquelle le texte se trouve (convergence). Les saccades oculaires sont des mouvements très rapides qui permettent de déplacer la fixation du regard d'un point à un autre de l'espace. Les deux yeux bougent ensemble dans la même direction, avec la même amplitude ; mais pendant

## Enregistrement par oculomètre de deux yeux pendant la lecture



la saccade, aucune perception n'est possible. C'est seulement pendant la période de fixation que

## Convergence des deux yeux



l'identification, la mémorisation et la compréhension du mot se produisent. Lors des mouvements de convergence, les deux yeux bougent en direction opposée ; tout problème ou déficience entraînant une convergence de mauvaise qualité et/ou le maintien instable de l'angle de fixation peut provoquer une vision floue ou trouble. Le sujet se fatigue plus rapidement et en conséquence, la lecture et son apprentissage peuvent être entravés.

### DÉFICITS VISUELS CHEZ L'ENFANT DYSLEXIQUE

Le groupe de recherche de Stein à Oxford a montré qu'environ 67 % des enfants dyslexiques présentaient une mauvaise convergence, suggérant un trouble des neurones magnocellulaires chargés de diriger l'attention visuelle et les mouvements oculaires durant la

lecture<sup>[5]</sup>. Les enfants dyslexiques sont aussi affectés par le « chevauchement » ou « crowding » en anglais, qui est un phénomène de perception ayant des effets néfastes sur la reconnaissance de la lettre du fait de l'interférence de lettres contiguës<sup>[11]</sup>. Les auteurs Bouma et Legein<sup>[12]</sup> ont rapporté que chez les sujets dyslexiques, l'effet du « chevauchement » peut être réduit en ajoutant de l'espace entre les lettres. Récemment, nous avons montré objectivement, en enregistrant les mouvements oculaires, qu'une simple manipulation de l'espacement des lettres améliorerait considérablement les performances de lecture chez les enfants dyslexiques français<sup>[13]</sup>.

Nous avons également suggéré un déficit du traitement de l'attention visuelle en relation avec une immaturité des structures corticales responsables du déclenchement des saccades<sup>[14-16]</sup>. Nous avons montré que les enfants dyslexiques présentent des mouvements oculaires anormaux pendant la lecture. Par exemple, une vitesse de lecture plus lente, des durées de fixation plus longues, des saccades progressives (saccades vers la droite) de petites amplitudes très fréquentes, plusieurs saccades régressives (saccades vers la gauche) et un mauvais contrôle des deux yeux pendant les saccades et les fixations. Ces résultats suggèrent un déficit de traitement de l'information visuelle ainsi

qu'une immaturité d'interaction entre les systèmes de la saccade, de la fixation et de la convergence qui interviennent ensemble lors de la lecture.

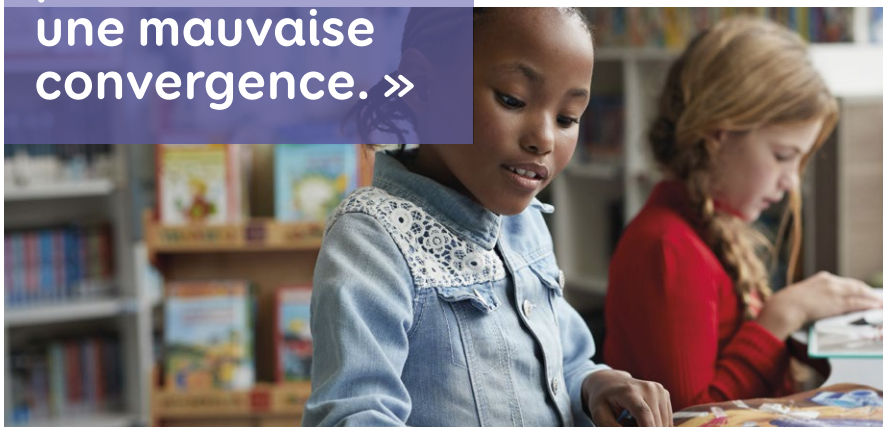
### PISTES DE RÉÉDUCATION CHEZ L'ENFANT DYSLÉXIQUE

L'objectif commun à tous les chercheurs et cliniciens est non seulement de diagnostiquer la dyslexie le plus tôt possible, mais aussi de mettre en place des programmes de rééducation spécifiques aux besoins de chaque enfant dyslexique afin d'améliorer son parcours de soin. À titre d'exemple, nous avons mené deux études dans lesquelles nous avons exploré l'effet d'une rééduca-

tion visuelle informatisée chez des enfants dyslexiques français<sup>[17]</sup> et italiens<sup>[18]</sup>. La rééducation utilisée consistait en quatre exercices différents : tâche de dénomination rapide, faire des saccades vers la droite, perception du mouvement et test de Stroop (voir schéma), exécutés à la maison, quinze minutes par jour, cinq jours par semaine, pendant huit semaines. Dans la première étude menée sur des enfants français dyslexiques, nous n'avons pas constaté d'effet de la rééducation sur les capacités de lecture. Cependant, après la rééducation, les enfants dyslexiques ont présenté une amélioration significative dans plusieurs tests mesurant les aptitudes phonologiques, les aptitudes visuo-attentionnelles, la mémoire verbale et l'écriture. La même rééducation a été testée sur un groupe d'enfants dyslexiques italiens, mais, cette fois, la difficulté de chaque exercice augmentait au fur et à mesure que l'enfant obtenait

un score de 90 % de réponses correctes à l'exercice en question. Après cette rééducation, nous avons observé que, chez la majorité des enfants dyslexiques (69 %), le nombre de syllabes lues à la seconde et leur durée de fixation s'amélioraient considérablement et que la durée totale de lecture d'un texte était significativement raccourcie (chez 75 % d'enfants dyslexiques). Les résultats divergents entre ces deux études peuvent être dus aux différents types de rééducation ; augmenter progressivement la difficulté des exercices semblerait être utile pour les enfants dyslexiques, bien que la différence de langue (français *versus* italien) pourrait avoir un impact sur l'efficacité de cette rééducation. Des recherches supplémentaires sur des rééducations visuo-attentionnelles seront nécessaires pour confirmer ces résultats sur les dyslexiques en France et dans d'autres pays. \_\_\_\_\_

« 67 % des enfants dyslexiques présentent une mauvaise convergence. »



## Test de Stroop

Bleu Jaune Rouge

Jaune Bleu Rouge

Bleu Jaune Rouge

Jaune Rouge Bleu

Rouge Jaune Bleu

Rouge Bleu Jaune

*Consigne :  
soit retenir les mots soit retenir  
les couleurs*

- 1 • Berlin R. Eine besondere art der Wortblindheit (dyslexie). Wiesbaden: J.F. Bergmann. 1887.
- 2 • American Psychiatric Association. DSM 5 APA, 2013.
- 3 • Peterson RL, Pennington BF (2012). Developmental dyslexia. *Lancet* 2012, 379 (9830): 1997-2007.
- 4 • Rutter M, Caspi A, Fergusson D, Horwood LJ, Goodman R, Maughan B, Moffitt TE, Meltzer H, Carroll J. Sex differences in developmental reading disability: new findings from 4 epidemiological studies. *JAMA*. 2004, 291(16): 2007-12.
- 5 • Stein J. What is Developmental Dyslexia? *Brain Sci*. 2018; 8: 26.
- 6 • Tallal P. Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain Lang*. 1980, 9: 182-198.
- 7 • Stein JF, Riddell, PM, Fowler S. Disordered vergence control in dyslexic children. *Br J Ophthalmol* 1988, 72: 162-166.
- 8 • Nicolson RI, Fawcett AJ. Automaticity: a new framework for dyslexia research? *Cognition* 1990 35:159-182.
- 9 • Buccì MP, Goulème N, Dehouck D, Stordeur C, Acquaviva E, Septier M, Lefebvre A, Gerard CL, Peyre H, Delorme R (2018) Interactions between eye movements and posture in children with neurodevelopmental disorders. *Int J Dev Neurosci*. 71:61-67.
- 10 • Seassau M, Buccì MP. Reading and visual search: a developmental study in normal children. *PLoS One* 2013, 8(7): e70261.
- 11 • Bouma H. Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature* 1970, 226 : 177-178.
- 12 • Bouma H, Legein CP. Foveal and parafoveal recognition of letters and words by dyslexics and by average readers. *Neuropsychologia* 1977, 15 : 69-80.
- 13 • Masulli F, Galluccio M, Gerard CL, Peyre H, Rovetta S, Buccì MP. Effect of different font sizes and of spaces between words on eye movement performance: An eye tracker study in dyslexic and non-dyslexic children. *Vision Res*. 2018, 153: 24-29.
- 14 • Buccì MP, Nassibi N, Gerard CL, Bui-Quoc E, Seassau M Immaturity of the oculomotor saccade and vergence interaction in dyslexic children: evidence from a reading and visual search study. *PLoS One* 2012, 7: e33458.
- 15 • Seassau M, Gerard CL, Bui-Quoc E, Buccì MP. Binocular Saccade Coordination in Reading and Visual Search: A Developmental Study in Typical Reader and Dyslexic Children. *Frontiers in Integrative Neuroscience* 2014, 30: 8: 85.
- 16 • Tiadi A, Gerard CL, Peyre H, Bui-Quoc E, Buccì MP. Immaturity of visual fixations in dyslexic children. *Frontiers Human Neuroscience* 2016, 10:58.
- 17 • Peyre H, Gérard CL, Dupong Vanderhorst I, Larger S, Lemoussu C, Vesta J, Bui-Quoc E, Goulème N, Delorme R, Buccì MP. Computerized oculomotor training in dyslexia: A randomized, crossover clinical trial in pediatric population. *Encephale* 2018, 44(3): 247-255.
- 18 • Buccì MP, Carzola B, Fucci G, Potente C, Caruso L (2018) Computer Based Oculomotor Training Improves Reading Abilities in Dyslexic Children: Results from A Pilot Study. *Sports Inj Med: JSIMD* 2018, 130.
- Buccì MP, podcast «La mécanique complexe de la lecture : dyslexie et mouvement oculaire», *Science infuse*, 2019. Disponible en ligne : <http://scienceinfuse.cool/>

