

# Résumé public

(version française et anglaise)

---

**Titre :** Traitement cérébral de lettres, chiffres et symboles chez les enfants dyslexiques

**Porteurs du projet :** Johannes Ziegler, Antoine Giovanni (Axe : Pathologies du Langage)

## Project description

### Contexte

La dyslexie touche environ 5% des enfants à l'école primaire. Ces enfants présentent des troubles importants et persistants dans l'acquisition du langage écrit, malgré une intelligence normale, une éducation adéquate et en l'absence de problèmes neurologiques ou sensoriels évidents [1]. Bien que les recherches sur les causes cognitives de la dyslexie aient beaucoup avancé, les causes cérébrales de la dyslexie restent mal connues. Plusieurs études en imagerie cérébrale ont révélé une sous-activation du cortex occipito-temporal (OTC) chez les personnes dyslexiques [2-4]. Cette zone du cerveau est censée d'héberger le « système de la forme visuelle des mots », une zone spécialisée dans le traitement des chaînes de lettres [5]. Il a été montré que l'entraînement de la lecture chez les enfants dyslexiques pourrait conduire à une normalisation de l'activité cérébrale dans cette région [6].

Malgré ces résultats convergents, les études antérieures souffrent de lacunes importantes qui empêchent des conclusions définitives. Tout d'abord, presque toutes les études ont utilisé des tâches de lecture pour établir les déficits cérébraux. Étant donné que la lecture fluide est fortement atteinte dans cette population, la sous-activation du cortex occipito-temporal pourrait être la conséquence plutôt que la cause de la dyslexie. Deuxièmement, la majorité des études ont scanné des adultes dyslexiques [2], ce qui laisse ouverte la possibilité que la sous-activation du cortex occipito-temporal est, une fois de plus, une conséquence d'un déficit se produisant plus tôt au cours du développement. Enfin, ces dernières années, la possibilité que les difficultés de la lecture résulteraient d'un mauvais traitement visuo-attentionnel a reçu beaucoup d'attention. Toutefois, ces études visuo-attentionnelles emploient souvent des chaînes de lettres [7], ce qui rend impossible de savoir si les déficits sont dus à un mauvais traitement attentionnel ou un traitement déficitaire des chaînes de lettres (voir [8]).

### Objectif

L'objectif de la présente étude est de déterminer si le « système de la forme visuelle des mots » qu'on appelle aussi « la boîte aux lettres du cerveau » répond anormalement à des chaînes de lettres, des chaînes de chiffres et des chaînes de symboles. Si c'est le cas, cela pourrait bien être le déficit "neuronal" au cœur de la dyslexie. Un tel déficit empêcherait les enfants atteints de dyslexie à automatiser la lecture, c'est-à-dire, traiter des chaînes de lettres

en parallèle. Contrairement à la plupart des études IRMf antérieures, nous allons tester des enfants plutôt que des adultes souffrant de dyslexie. Surtout, nous étudions le traitement de chaînes de lettres, chiffres et symboles sans que l'enfant soit obligé de lire. L'avantage d'une telle stratégie est que les enfants dyslexiques réussissent à faire la tâche, ce qui nous permet d'étudier l'efficacité de cette zone du cerveau en absence de lecture proprement parlant. La comparaison entre les symboles et les lettres nous permet de tester les causes visuo-attentionnelles de la dyslexie ainsi que leurs corrélats cérébraux.

## Références

1. Snowling, M.J., *Dyslexia*. 2000, Oxford: Blackwell.
2. Paulesu, E., et al., *Dyslexia: Cultural diversity and biological unity*. *Science*, 2001. **291**(5511): p. 2165-2167.
3. Richlan, F., M. Kronbichler, and H. Wimmer, *Meta-analyzing brain dysfunctions in dyslexic children and adults*. *Neuroimage*, 2012. **56**(3): p. 1735-42.
4. Richlan, F., M. Kronbichler, and H. Wimmer, *Functional abnormalities in the dyslexic brain: A quantitative meta-analysis of neuroimaging studies*. *Human Brain Mapping*, 2009. **30**(10): p. 3299-3308.
5. Dehaene, S. and L. Cohen, *The unique role of the visual word form area in reading*. *Trends Cogn Sci*, 2011. **15**(6): p. 254-62.
6. Brem, S., et al., *Brain sensitivity to print emerges when children learn letter-speech sound correspondences*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010. **107**(17): p. 7939-7944.
7. Bosse, M.L., M.J. Tainturier, and S. Valdois, *Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis*. *Cognition*, 2007. **104**(2): p. 198-230.
8. Ziegler, J.C., et al., *Rapid processing of letters, digits, and symbols: What purely visual-attentional deficit in developmental dyslexia?* *Developmental Science*, 2010. **13**: p. F8-F14.

**Title:** Letter, digit and symbol processing in the brain of children with dyslexia

**Project leaders:** Johannes Ziegler, Antoine Giovanni (Axe : Pathologies du Langage)

## Project description

### Background

Developmental dyslexia affects about 5% of children in primary school. These children exhibit severe and long-lasting problems in acquiring written language despite normal intelligence, adequate educational opportunities and in the absence of any obvious neurological or sensory deficiencies [1]. Although much is known about the cognitive causes of dyslexia, fairly little is known about the neural substrates of dyslexia. Several brain imaging studies revealed an underactivation of the occipito-temporal cortex (OTC) in dyslexic participants [2-4]. This brain area is thought to host the visual word form system, a specialized area in charge of processing letter strings [5]. It has also been shown that

successful intervention (i.e. remediation) might lead to a normalization of brain activity in this region [6].

Despite this converging evidence, previous studies suffer from major shortcomings that prevent firm conclusions. First, literally all studies used reading tasks to establish the neural deficits. Given that fluent reading is severely impaired in this population, the underactivation in OTC could be the consequence rather than the cause of dyslexia. Second, most studies scanned adult dyslexics [2], which leaves open the possibility that the underactivation of OTC is again a consequence of a deficit that occurs earlier in development. Finally, over the past decade, the possibility that poor letter and word processing might result from poor visual-attentional processing has received a lot of attention. However, many of the supposedly *visual-attentional* tasks are performed on letter strings [7], which makes it impossible to know whether deficits are due to poor attentional processing or poor letter string processing (see [8]).

## Goals

The goal of the present study is to investigate whether dyslexics' visual word form system located in the OTC responds abnormally to letter strings, digit strings, and symbol strings. If so, this could well be the "neural" core deficit of dyslexia, which prevents children with dyslexia from processing letter strings rapidly in parallel. In contrast to most previous fMRI studies, we will test children rather than adults with dyslexia. Importantly, we will not rely on a reading task *per se* but on the processing of consonant, digit, and symbol strings. The advantage is that dyslexics "can do" the task, and henceforth, we are not just measuring the consequences of their well-established reading deficit. The comparison between symbols and letters allows us to shed new light on the visual-attentional causes of dyslexia.

## References cited

1. Snowling, M.J., *Dyslexia*. 2000, Oxford: Blackwell.
2. Paulesu, E., et al., *Dyslexia: Cultural diversity and biological unity*. *Science*, 2001. **291**(5511): p. 2165-2167.
3. Richlan, F., M. Kronbichler, and H. Wimmer, *Meta-analyzing brain dysfunctions in dyslexic children and adults*. *Neuroimage*, 2012. **56**(3): p. 1735-42.
4. Richlan, F., M. Kronbichler, and H. Wimmer, *Functional abnormalities in the dyslexic brain: A quantitative meta-analysis of neuroimaging studies*. *Human Brain Mapping*, 2009. **30**(10): p. 3299-3308.
5. Dehaene, S. and L. Cohen, *The unique role of the visual word form area in reading*. *Trends Cogn Sci*, 2011. **15**(6): p. 254-62.
6. Brem, S., et al., *Brain sensitivity to print emerges when children learn letter-speech sound correspondences*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010. **107**(17): p. 7939-7944.
7. Bosse, M.L., M.J. Tainturier, and S. Valdois, *Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis*. *Cognition*, 2007. **104**(2): p. 198-230.
8. Ziegler, J.C., et al., *Rapid processing of letters, digits, and symbols: What purely visual-attentional deficit in developmental dyslexia?* *Developmental Science*, 2010. **13**: p. F8-F14.