

Titre : Traitement cérébral de lettres, chiffres et symboles chez les enfants dyslexiques
Porteurs du projet : Johannes Ziegler, Antoine Giovanni (Axe : Pathologies du Langage)

Présentation du projet

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 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 » 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 "neural" 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. L'idée centrale était d'étudier 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.

Expérience effectuée

Contrairement à la plupart des études IRMf antérieures, nous avons voulu tester des enfants plutôt que des adultes souffrant de dyslexie. Nous avons testé 16 enfants dyslexiques (âgés entre 8 et 12 ans) et 18 témoins appariés en âge chronologique et QI. L'expérience s'est déroulée au cours du premier semestre 2013 au centre IRMf de la Timone. Les enfants dyslexiques ont été recrutés au Centre de Références pour les Troubles des Apprentissages (CERTA).

Les enfants ont réalisé deux tâches dans l'IRMf, une tâche de détection de symboles (lettres, chiffres, symboles) illustrée dans la Figure 1 et une tâche passive de « localisation » dans laquelle nous avons présenté rapidement des pseudomots, « false fonts » et mots audio-visuels (7 minutes, block design). Pour la première tâche, nous avons choisi un design « miniblock » avec 4 runs pour un total de 288 essais. Les données ont été acquises sur une machine 3T Brucker avec une séquence EPI (36 axial slices, 64x64 matrix, voxel size 3x3x3 mm TR = 2,4 s). Les données ont été analysées avec SPM8.

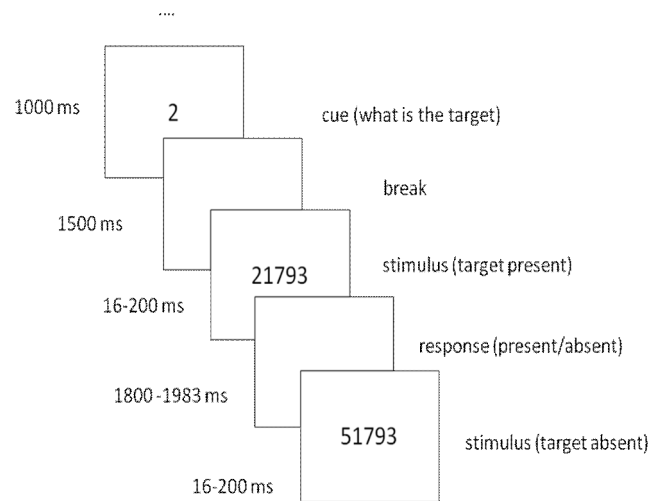


Figure 1. Tâche de détection de symboles

Résultats obtenus

Nos principaux résultats sont illustrés dans les Figures 2 et 3 ci-dessous.

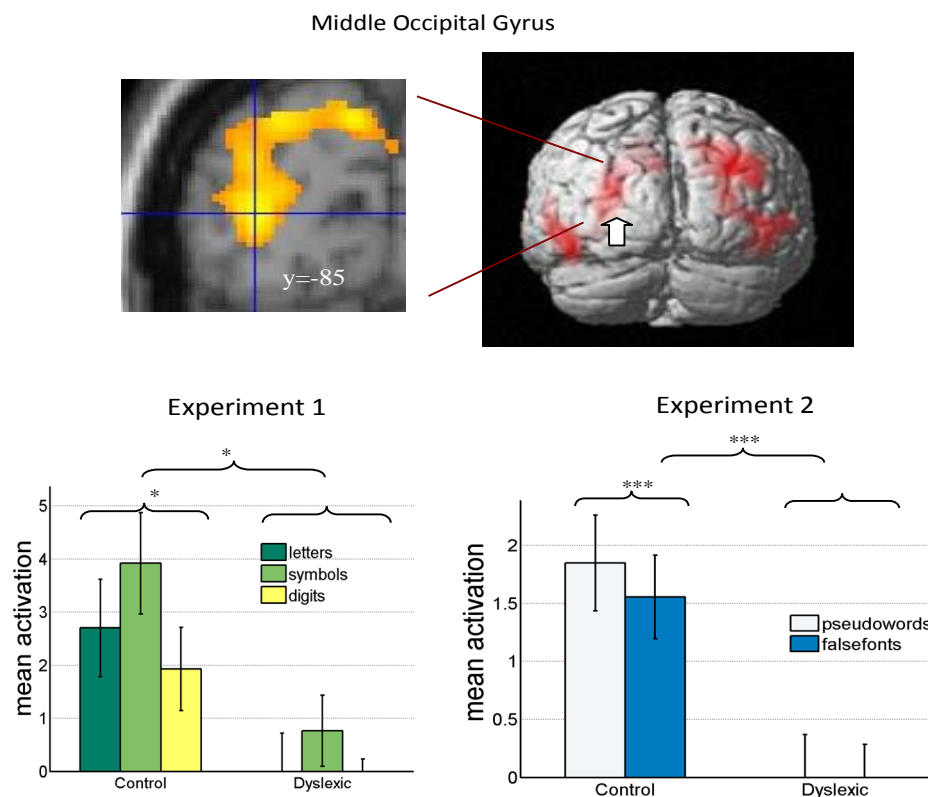


Figure 2: Activation dans la partie médiale du cortex occipital (MOG, V3a)

Nos résultats montrent qu'avant tout la partie médiale du cortex occipital (MOG, V3a) est impliquée dans le traitement visuel et orthographique. Comme le montre la Figure 2, cette zone est fortement sous-activée chez les enfants dyslexiques et pour le traitement des chaînes de lettres et pour la lecture de pseudomots. En revanche, le cortex occipito-temporal (OTC) censé d'abriter le « système de la forme visuelle des mots » ne semble pas être anormalement sous-activé pour les enfants dyslexiques pour le traitement des chaînes de lettres, chiffres et symboles (voir Figure 3). Cette zone a été uniquement sous-activée pour la lecture de pseudomots répliquant des études antérieures.

Fusiform Gyrus

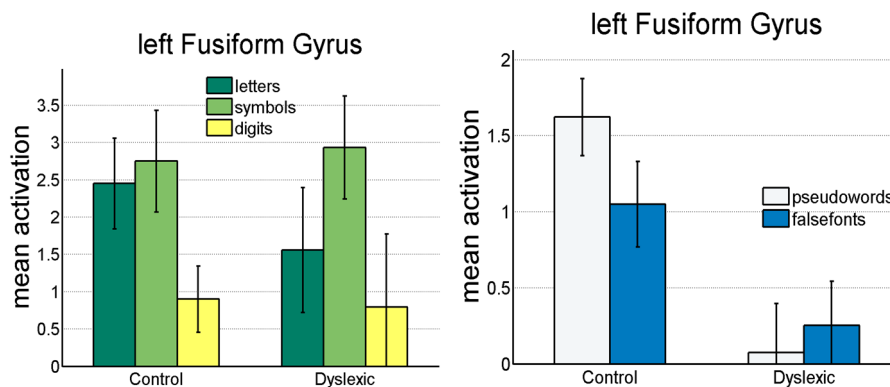
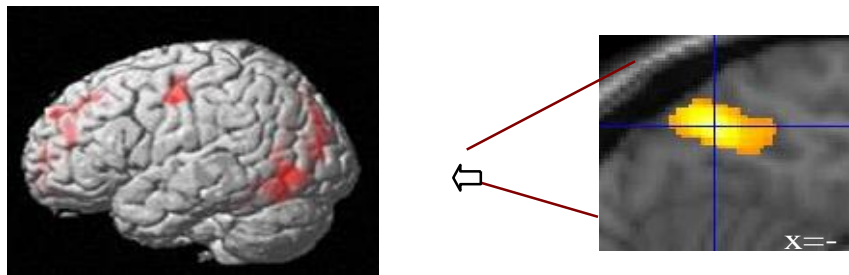


Figure 3: Activation du cortex occipito-temporal (left fusiform gyrus)

Ces résultats suggèrent qu'il existe bel et bien un déficit relativement « bas niveau » pour le traitement des chaînes de lettres chez les enfants dyslexiques en amont de la forme visuelle des mots. Il a été suggéré que le MOG fait partie d'un « réseau d'apprentissage » qui serait différent d'un « réseau de traitement » (learning versus processing network).

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.