



UNIVERSITE DE POITIERS
Faculté de médecine et de pharmacie
Centre de Formation en Orthophonie

Années 2016-2018

MEMOIRE

en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie
présenté par

Mathilde FORT

Le 25/06/18, à Poitiers

**EFFET DE POSITION DU REGARD DANS LE MOT : DONNEES
COMPORTEMENTALES CHEZ LES ENFANTS DYSLEXIQUES ET
SIMULATIONS DANS LE MODELE BRAID**

Directeurs de mémoire : Mme Sylviane VALDOIS, Directrice de Recherche CNRS
M. Julien DIARD, chargé de recherche CNRS

Membres du jury : Mme Véronique BONNAUD, psychologue, neuropsychologue
PhD, Directrice pédagogique du Centre de Formation en Orthophonie de Poitiers



UNIVERSITE DE POITIERS
Faculté de médecine et de pharmacie
Centre de Formation en Orthophonie

Années 2016-2018

MEMOIRE

en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie
présenté par

Mathilde FORT

Le 25/06/18, à Poitiers

**EFFET DE POSITION DU REGARD DANS LE MOT : DONNEES
COMPORTEMENTALES CHEZ LES ENFANTS DYSLEXIQUES ET
SIMULATIONS DANS LE MODELE BRAID**

Directeurs de mémoire : Mme Sylviane VALDOIS, Directrice de Recherche CNRS

M. Julien DIARD, chargé de recherche CNRS

Membres du jury : Mme Véronique BONNAUD, psychologue, neuropsychologue PhD,
directrice pédagogique du Centre de Formation en Orthophonie de Poitiers

REMERCIEMENTS

Je remercie sincèrement Madame Sylviane Valdois d'avoir accepté d'encadrer mon mémoire, de son investissement ainsi que de ses nombreux conseils avisés tout au long de ces deux années. Je la remercie aussi pour l'organisation du stage de recherche au sein du LPNC de Grenoble car il m'a permis de découvrir le monde de la recherche à ses côtés.

Je remercie également Monsieur Julien Diard d'avoir accepté de co-encadrer mon mémoire, merci notamment pour les réponses à mes questions sur les statistiques.

Je suis reconnaissante à Monsieur Éric Guinet pour avoir accepté de réaliser le logiciel de mon protocole de mémoire et d'avoir répondu à mes questions sur son fonctionnement.

Je remercie aussi Monsieur Thierry Phénix pour avoir réalisé les statistiques des résultats et fait toutes les simulations avec le modèle BRAID. Merci d'avoir pris le temps de tout m'expliquer et de répondre à mes questions.

Je suis également reconnaissante envers toutes les orthophonistes qui ont accepté de participer à ce projet : mesdames Anne-Catherine Le Bail (mais aussi pour m'avoir donné envie de faire ce métier et pour son soutien depuis 7 ans !), Isabelle Villeneuve, Julie Lemercier et Laëtitia Veronneau. Merci à Mme Solen Sausset d'avoir diffusé mon annonce de recrutement des patients auprès des orthophonistes de la Vienne. Je remercie également mes maîtres de stage de 5^{ème} année pour leur compréhension et leur investissement.

Merci à tous les enfants qui ont bien voulu participer à cette étude ainsi qu'à leurs parents pour la confiance qu'ils m'ont témoignée.

Je remercie les étudiants de la promotion Temple Grandin 2013-2018 pour tous les moments (bons comme mauvais) que nous avons traversé ensemble : nous nous souviendrons longtemps de cette première promotion grade Master 2 à Poitiers... Un remerciement plus particulier à Solène, Anne et Mathilde pour tous les bons moments que nous avons passés. Ces cinq années auraient été bien plus compliquées sans ce réconfort, cette joie et cette solidarité !

Enfin, je remercie plus spécifiquement ma famille, mes parents et mon frère, Jean, de m'avoir soutenue inconditionnellement depuis le début de mes études, merci d'être toujours présents et de m'avoir fait confiance. Merci à Nolann d'avoir toujours cru en moi et de m'encourager. Merci à Alex pour son soutien au quotidien et sa patience.

Table des matières

Introduction	1
Partie 1 : Revue de littérature sur la dyslexie	3
1. Les dyslexies développementales	3
a. Définition	3
b. Prévalence et comorbidité	4
c. Les sous-types de dyslexie dans la littérature	4
2. Les déficits sous-jacents	5
a. Le déficit phonologique	5
b. Le déficit de l'empan visuo-attentionnel	7
3. Position optimale du regard et dyslexie	9
a. Définition	9
b. Mesure de l'OVP	11
c. Données d'OVP chez l'adulte normo-lecteur	12
d. Données d'OVP chez l'enfant et les dyslexiques	13
4. Modèles computationnels et données OVP	16
a. Définition d'un modèle computationnel	16
b. Différents types de modèles computationnels	16
c. Présentation du modèle BRAID	17
i. Présentation	17
ii. Fonctionnement	17
Partie 2 : Méthode	23
1. Participants	23
2. Epreuves expérimentales	25
a. Epreuve préliminaire d'estimation des seuils individuels en lecture	25
b. Epreuve d'OVP	27
3. Hypothèses	28
Partie 3 : Résultats	29
1. Résultats comportementaux	29
a. Les courbes moyennes d'OVP par longueur de mot	29
b. Existe-t-il un lien entre empan visuo-attentionnel et performances d'OVP	31
c. Existe-t-il un lien plus spécifique entre empan visuo-attentionnel et performances d'OVP ...	31
2. Résultats des simulations dans le modèle BRAID	33
a. Simulations des courbes d'OVP avec le modèle BRAID « classique »	33
b. Simulations des courbes d'OVP avec le modèle BRAID avec une réduction de l'empan visuo-attentionnel	34

c. Simulations avec le modèle BRAID et déplacement de l'attention.....	35
d. Simulations avec le modèle BRAID et à la fois une réduction de l'empan et un déplacement de l'attention.....	35
Partie 4 : Discussion et conclusion	37
1. Résumé des principaux résultats	37
a. Discussion des points importants.....	37
i. Les courbes asymétriques.....	37
ii. <i>Le lien entre l'empan visuo-attentionnel et l'OVP</i>	39
iii. Les simulations dans BRAID	39
2. Limites de l'étude et perspectives	39
a. Les limites de l'étude.....	39
b. Perspectives de l'étude	40
3. Conclusion.....	41
Bibliographie.....	42
Annexes	47
RESUME.....

Introduction

Les aspects phonologiques de la dyslexie sont largement décrits dans la littérature et font l'objet de nombreuses recherches, tests et matériels de rééducation en orthophonie. Les aspects visuo-attentionnels de la dyslexie ont quant à eux été décrits plus récemment. Il est admis aujourd'hui qu'un déficit de l'empan visuo-attentionnel (le nombre de lettres que l'on peut traiter simultanément en un regard), est l'une des causes de la dyslexie. Cependant, beaucoup de recherches restent à faire sur les paramètres attentionnels visuels de la dyslexie et leurs implications. L'étude de la position optimale du regard (OVP) sur un mot est un outil intéressant pour caractériser les capacités visuo-attentionnelles. Des études de cas ont mis en évidence des patterns de réponses différents pour des normo-lecteurs et des lecteurs dyslexiques (Montant et collaborateurs, 1998 ; Aghababian et collaborateurs, 2000 ; Dubois et collaborateurs, 2007). Mais aucune étude portant sur une cohorte de sujets dyslexiques n'a été réalisée pour étudier les liens entre la taille de l'empan visuo-attentionnel et la forme de leurs courbes d'OVP (Ducrot et collaborateurs, 2003). Dans ce mémoire, un protocole a été mis en place pour mener une première recherche exploratoire visant à évaluer à la fois, les capacités phonologiques, l'empan visuo-attentionnel et les courbes d'OVP chez des enfants dyslexiques.

L'objectif de ce mémoire est triple : il s'agit à la fois de mesurer un lien éventuel entre la taille de l'empan visuo-attentionnel des enfants dyslexiques et la forme de leurs courbes d'OVP, de recueillir des données d'OVP chez les enfants dyslexiques, données encore très peu nombreuses dans la littérature, et d'utiliser le modèle BRAID pour simuler les résultats des participants à cette étude.

Ce manuscrit se divise en quatre parties. Dans la première partie, nous exposerons les données théoriques portant sur les dyslexies, leurs définitions ainsi que les manifestations et troubles sous-jacents. Nous définirons également la position optimale du regard sur le mot, qui est au cœur de ce mémoire, nous préciserons ses mesures, et proposerons un état des lieux des données chez l'adulte normo-lecteur et chez les enfants dyslexiques dans la littérature scientifique. Finalement, nous introduirons les modèles computationnels de lecture et plus particulièrement le modèle BRAID, un nouveau modèle computationnel de lecture, créé au

LPNC (Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition) de Grenoble, en 2016. Ce modèle peut simuler des tâches comportementales d'OVP, et nous l'utiliserons pour simuler les résultats obtenus avec notre protocole expérimental.

Dans la deuxième partie, nous présenterons le protocole expérimental en détaillant précisément le matériel (les participants et les tests utilisés), ainsi que la procédure, c'est à dire le logiciel créé pour ce mémoire, servant à mesurer la position optimale du regard dans le mot à partir de mots fréquents sélectionnés dans Manulex et EOLE, pour les enfants dyslexiques de 9 à 11 ans.

Dans une troisième partie, nous présenterons les résultats aux tests synthétisés sous la forme de tableaux de données, les courbes d'OVP de tous les participants seront présentées en annexes. Nous nous intéresserons d'abord aux résultats comportementaux des participants, puis à ceux des simulations dans la modèle BRAID.

Dans la quatrième et dernière partie, à la lumière des études antérieures, nous discuterons des résultats que nous avons obtenus et des hypothèses théoriques qui ont soutenu ce travail. Les limites de l'étude, et les perspectives de poursuite seront enfin développées avant de conclure.

Partie 1 : Revue de littérature sur la dyslexie

1. Les dyslexies développementales

a. Définition

Une définition récente de la dyslexie a été proposée par Lyon, Shaywitz & Shaywitz (Lyon, Shaywitz, & Shaywitz, 2003), liée aux avancées de la recherche dans ce domaine. Selon cette définition, la dyslexie est un trouble des apprentissages qui a une origine neurologique. Elle se caractérise par des difficultés de précision et de rapidité dans l'identification des mots écrits, des difficultés de décodage et d'orthographe. Pour pouvoir poser un diagnostic de dyslexie, certains critères doivent être remplis : les notes aux épreuves administrées doivent être à au moins 1.65 écart-type (ET) au-dessous des normes obtenues sur des tests standardisés par des enfants de la même classe d'âge, le trouble doit interférer de manière significative avec les performances scolaires ou les activités de la vie courante, et ne doit résulter ni d'un déficit sensoriel ou psycho-affectif ni d'un niveau cognitif anormalement bas (le QI doit être supérieur ou égal à 70) (Albaret, Barry, Biotteau, "Entretiens de médecine physique et de réadaptation", 2017). Pour dire qu'une performance est déficitaire, encore faut-il disposer de tests et de normes valides. En France et dans les pays francophones, on utilise souvent le test de l'Alouette (Lefavrais, 1967), qui consiste à présenter un texte de 265 mots qui doit être lu aussi rapidement et précisément que possible en 3 minutes. Le score de lecture (nombre de mots correctement lus en 3 minutes) est alors utilisé pour calculer un âge lexique qui peut être comparé à l'âge chronologique de l'enfant. Dans la plupart des études, pour être reconnu comme étant dyslexique, le retard en lecture est d'au moins 18 mois pour les plus jeunes et 24 mois à partir de 10-11 ans environ (Casalis, Colé, & Sopo, 2004 ; Monzalvo et al., 2012). D'autres tests peuvent être utilisés comme les textes « Monsieur Petit » ou « Le géant égoïste » de la BALE (<http://www.cognisciences.com/accueil/outils/article/bale>), qui sont des textes porteurs de sens, devant être lus en 1 minute ce qui donne un nombre de mots correctement lus par minute (MCLM), les scores sont ensuite comparés à des normes standardisées et le seuil pathologique est fixé à -1.65 écart-type. Des listes de mots réguliers et irréguliers (fréquents ou peu fréquents), et de pseudomots sont utilisées pour évaluer les procédures de lecture.

b. Prévalence et comorbidité

Le rapport de l'INSERM, intitulé « Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : bilan des données scientifiques » (INSERM, 2007) montre que la prévalence de la dyslexie est très variable selon les études, les pays et donc la langue, et que les critères diagnostiques utilisés sont eux-mêmes variables. Ainsi, le seuil à partir duquel on pose le diagnostic de trouble peut varier de 1 à 2 écart-types au-dessous de la moyenne selon les pays et selon les études. On ne dispose pas en France d'une étude représentative de la population générale qui permettrait d'établir avec fiabilité la prévalence des troubles dyslexiques. Les études disponibles suggèrent que le trouble concernerait de 5 à 10% des enfants. Fixer le seuil, mesuré en écart-types par rapport à la moyenne attendue, conduit d'ailleurs à faire varier la prévalence : à -2 écarts-types, environ 2.5% des enfants sont considérés dyslexiques, mais si on fixe ce seuil à -1 écart-type, ce taux est proche de 15%.

La comorbidité est l'association de deux ou plusieurs maladies ou troubles différents et indépendants, tels qu'ils sont individualisés par les classifications en cours. Ainsi, une affection comorbide a existé ou peut survenir durant l'évolution clinique d'un patient qui a une maladie donnée (A.R Feinstein, 1970). La dyslexie est fréquemment associée avec d'autres troubles comme le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA-H), la dyscalculie, et les troubles du langage oral. En cas de comorbidité selon la CIM-10 (CIM-10, 2017), le diagnostic de trouble spécifique de la lecture (dyslexie) est posé si ce trouble est prédominant par rapport aux autres troubles, tandis que le DSM-IV permet de porter plusieurs diagnostics. (DSM-IV, 2011). Selon les études, on retrouve que la dyslexie est fréquemment associée avec la dyscalculie, le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA-H), les troubles développementaux de coordination (dyspraxie), et les troubles du langage oral. Il n'y a pas de travaux statistiques sur l'association entre la précocité intellectuelle et la dyslexie, cependant beaucoup d'articles et de témoignages vont dans ce sens.

c. Les sous-types de dyslexie dans la littérature

La littérature neuropsychologique a mis en évidence différents sous-types de dyslexies acquises (ou alexies), résultant de lésions cérébrales différentes chez l'adulte. Ceci a conduit par la suite à identifier des profils analogues chez l'enfant, regroupés sous le nom de dyslexies

développementales (Castles & Coltheart, 1993 ; Levy & Sebbag, 2001 ; Valdois, Colé & David, 2004 ; Van Hout & Estienne, 2001).

Les sous-types de dyslexie développementale classiquement décrits dans la littérature sont basés sur les profils de lecture : la dyslexie phonologique se manifeste par des difficultés à lire les pseudomots alors que les mots réguliers et irréguliers sont mieux réussis, et la dyslexie de surface par des difficultés à lire les mots irréguliers, alors que les mots réguliers et les pseudomots sont mieux réussis. Chez les dyslexiques phonologiques, si la procédure lexicale est préservée, on doit relever des effets de fréquence et de lexicalité, mais pas d'effet de régularité du moins pour les mots fréquents. Chez les dyslexiques de surface, si la procédure phonologique est préservée, on doit s'attendre à l'absence d'effet de fréquence et de lexicalité en lecture de mots réguliers. Par contre, ils doivent être sensibles à l'effet de régularité : les mots irréguliers vont donner lieu à des erreurs de régularisation (« sept » lu comme dans « **sept**embre »). La dyslexie, dite mixte, correspond à une atteinte des deux voies de lecture : la voie phonologique et la voie lexicale, amenant alors des erreurs à la fois sur les pseudomots et les mots irréguliers. Si l'on compare avec des lecteurs typiques de même âge chronologique, on observe qu'un déficit des deux procédures d'identification des mots écrits se retrouve chez la plupart des dyslexiques. Si l'on prend en compte les paramètres de précision ou de temps, cela est même quasi-systématique. Cependant, il est difficile d'identifier des déficits cognitifs spécifiques à chacun des types de dyslexie et les études ne sont pas concordantes quant aux pourcentages de dyslexies phonologiques, de surface et mixtes (Casalis et al., 2018).

2. Les déficits sous-jacents

Deux déficits sous-jacents ont été identifiés dans la littérature pour décrire les dyslexies : le déficit phonologique, permettant notamment d'expliquer pourquoi les dyslexiques phonologiques ont du mal à lire les pseudomots, et le déficit de l'empan visuo-attentionnel, permettant notamment d'expliquer pourquoi les dyslexiques de surface ne parviennent pas à mémoriser la forme écrite des mots irréguliers. Le déficit phonologique est le plus décrit dans la littérature.

a. Le déficit phonologique

Le déficit phonologique se définit par des difficultés à manipuler de façon consciente les unités sublexicales qui composent les mots parlés : les syllabes, les phonèmes, les rimes... Lorsque l'enfant est plus petit, ces difficultés apparaissent sur les grandes unités comme les

syllabes (Ziegler & Goswami, 2005) . Plus il grandit, plus les plus petites unités lui poseront un problème comme les phonèmes, le phonème étant la plus petite unité distinctive de prononciation dans la langue. Les habiletés de traitement phonologique sont au nombre de trois mais ne sont pas toutes atteintes chez le même sujet : la conscience phonologique, l'accès lexical phonologique, et la mémoire de travail phonologique. Les troubles associés au déficit phonologique sont un déficit de la mémoire à court terme verbale, et des problèmes de langage oral, notamment en répétition de pseudomots (Sprenger-Charolles, Siegel, Béchennec, & Serniclaes, 2003).

Pour mesurer les capacités de traitement phonologique des enfants, on utilise des tâches métaphonologiques faisant appel soit à la conscience phonologique (conscience des unités phonologiques de toutes tailles : syllabes, rimes, phonèmes) soit à la conscience phonémique plus spécifiquement (identification et manipulation des phonèmes). Si l'on prend l'exemple de la BALE (Batterie Analytique du Langage Ecrit, Jacquier-Roux, Lequette, Pouget, Valdois & Zorman, 2010), on retrouve par exemple des épreuves de fusion des premiers phonèmes : l'enfant entend deux mots, doit extraire le premier phonème de chaque mot et les fusionner (exemple : /foto/ – /aʁtistik/ = FA), une épreuve d'identification de la consonne initiale : on donne 3 mots à l'enfant, il doit retrouver l'intrus qui est celui qui ne commence pas par le même phonème que les autres (exemple : /bato/ – /pɛso/ – /bizɔ/), une épreuve de segmentation phonémique : on donne un mot à l'enfant qu'il doit découper en phonèmes (exemple : /ʒwɛ / = ʒ- u - ε), une épreuve de suppression du phonème initial et final (exemple : /kan/ = /an/ ou /kanɔ/ = / kan/), une épreuve de repérage des formes phonémiques (exemple : est-ce que tu entends [ʃ] dans chapeau-machine-sujet ?) mais aussi des épreuves de rimes, de répétition,... Pour mesurer une atteinte de l'accès lexical phonologique, on utilise des tests de dénomination rapide (l'enfant doit dénommer le plus rapidement possible des images, et pour ça il doit accéder le plus rapidement possible à la forme phonologique du mot). Pour mesurer une atteinte de la mémoire de travail phonologique, on teste la mémoire de travail avec de la répétition de chiffres à l'endroit, répétition de non-mots, répétition de phrases, répétition de chiffres en ordre inverse (Sanké, 2017).

L'apprentissage de la lecture passe par la conscience phonémique puisque l'enfant va devoir faire des liens entre les graphèmes et les phonèmes (exemple : le phonème [o] en français peut s'écrire /o/, /au/, /eau/, ...). Un déficit de la conscience phonologique va donc avoir un impact sur la lecture à cause de son impact sur la conversion graphèmes/phonèmes. Les enfants présentant une dyslexie-dysorthographe phonologique ont des difficultés à reconnaître et à

manipuler les phonèmes qui composent les mots et donc à décoder et orthographier ces mots. Ils ont du mal à convertir les graphèmes en phonèmes lorsqu'ils veulent décoder des mots, de même qu'à convertir les phonèmes en graphèmes lorsqu'ils veulent orthographier des mots au tout début de l'apprentissage formel de la lecture et de l'orthographe et, par conséquent, ils présentent des difficultés d'apprentissage du langage écrit : le décodage des mots nouveaux (mots non-connus ou pseudomots) est difficile. En dictée, on retrouve des erreurs sur les pseudomots mais on peut également retrouver des erreurs « phonémiques » sur les mots (/valiz/ écrit /faliz/ par exemple).

En neuro-imagerie, on retrouve chez les dyslexiques phonologiques une atypie de fonctionnement qui concerne principalement l'hémisphère gauche (hémisphère du langage chez la plupart des individus) et au sein de cet hémisphère, les régions périsylvienne impliquant en particulier le gyrus temporal supérieur, le gyrus supra-marginal et le gyrus angulaire et l'aire de Broca. Ces atypies mise en évidence lors d'études en IRMf se manifestent essentiellement par une sous-activation de ces régions en contexte dyslexique.

b. Le déficit de l'empan visuo-attentionnel

L'empan visuo-attentionnel (VA) a été défini par Sylviane Valdois, Marie-Line Bosse et Marie Josèphe Tainturier (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007). L'empan VA correspond au nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément dans une configuration de plusieurs éléments. En situation de lecture, l'empan VA correspond au nombre de lettres qui peuvent être traitées simultanément dans la séquence du mot. Il dépend de la quantité de ressources attentionnelles qui peut être mobilisées lors du traitement. L'attention visuelle intervient dans le traitement des unités de plusieurs lettres. Il faut par exemple que l'enfant traite simultanément le o et le u pour reconnaître la séquence ou. Or les ressources attentionnelles sont en quantité fixe et limitée, et la mémorisation de toutes les unités orthographiques entre le mot et la lettre est fondamentale. Une fois le ou mémorisé comme unité, cette séquence sera reconnue d'emblée ce qui libèrera des ressources attentionnelles pour traiter des unités de taille supérieure et ce, jusqu'au mot. Le français est composé de nombreux graphèmes composés de plusieurs lettres qui correspondent à un phonème et qui ne peuvent être identifiées séparément (exemple : « ain », « ein » « eau » « aient »), d'où le rôle de

l'empan VA dès le début de l'apprentissage de la lecture. (« *Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique?* », Valdois, ANAE n°128, 2004.)

Les tâches les plus couramment utilisées pour mesurer l'empan VA sont au nombre de deux : le report global, et le report partiel (EVADYS, Valdois, Guinet & Dembs, 2014). Dans les deux conditions de report global et partiel, des séquences de 5 consonnes sont présentées pendant 200 ms à l'écran. En report global, on demande à l'enfant de dénommer l'ensemble des lettres qu'il a pu reconnaître immédiatement après la disparition de la séquence à l'écran. En condition de report partiel, une barre verticale apparaît pendant 50 ms au moment de la disparition de la séquence et indique la position de la lettre à dénommer. Une seule lettre cible est donc nommée à chaque essai, néanmoins, l'enfant ne sait pas au moment de la présentation des 5 lettres laquelle sera indiquée et devra donc traiter l'ensemble des 5 lettres au moment de leur présentation. Outre ces deux épreuves, une tâche contrôle de seuil d'identification de lettre isolée est systématiquement proposée. Elle consiste à afficher rapidement une lettre pendant des temps qui varient entre 33 et 101 ms. Il s'agit de vérifier que l'enfant n'a pas de déficit dès le traitement des lettres isolées.

Plusieurs études montrent l'existence de groupes de dyslexiques présentant de faibles performances sur les épreuves de report alors que leur capacité à identifier les lettres isolées est bonne : ils présentent donc un trouble de l'empan visuo-attentionnel. Les participants dyslexiques qui présentent un déficit à l'épreuve de report global de lettres ont des difficultés similaires lorsqu'ils sont confrontés à des tâches non verbales nécessitant de traiter des stimuli non verbalisables tels que des Figures géométriques quelconques, des pseudo-lettres ou des caractères japonais (Lobier, Zoubrinetzky, & Valdois, 2012). Le déficit n'est donc pas spécifique au traitement des lettres et s'observe plus généralement dans les épreuves qui requièrent le traitement simultané de plusieurs éléments. Ainsi, un trouble de l'empan VA va avoir des répercussions en lecture et notamment sur la vitesse de lecture et l'efficacité de la procédure globale de lecture qui permet une reconnaissance rapide et immédiate des mots. Un lecteur adulte, donc expert en lecture, va lire aussi vite les mots courts que les mots longs. Un enfant qui apprend la lecture va lui lire plus vite les mots courts que les mots longs, car il utilise une stratégie sérielle de décodage analytique. Une étude menée auprès d'enfants néerlandais montre que la différence de performance entre mots courts et mots longs est d'autant plus faible que les capacités d'empan VA sont plus élevées (Van den Boer, de Jong et Haentjens van Meeteren, 2013). En neuro-imagerie, il a été mis en évidence grâce à l'IRMf que les enfants présentant un trouble de l'empan VA sur le plan comportemental se caractérisent sur le plan

cérébral par une sous-activation des régions pariétales supérieures bilatéralement (Lobier, Peyrin, Pichat, Le Bas, & Valdois, 2014).

Les troubles associés au trouble de l'empan VA ne sont pas des troubles de langage oral ni de la conscience phonémique mais des problèmes en recherche visuelle, y compris en situations éloignées de la lecture.

3. Position optimale du regard et dyslexie

a. Définition

Les mouvements des yeux durant la lecture sont caractérisés par une succession de saccades et de fixations. Les saccades permettent de progresser dans le texte et les fixations sont nécessaires pour extraire l'information. Déjà, Erdmann et Dodge (1898) avaient souligné que les fixations du regard étaient localisées presque exclusivement sur les mots plutôt que sur les espaces inter mots et, en grande majorité vers le centre des mots. Ces premiers travaux ont reçu de considérables attentions par la suite. En particulier Dunn-Rankin (1978) et Rayner (1979) ont montré que dans des conditions « normales » de lecture de textes, les lecteurs tendent à fixer préférentiellement une position légèrement à gauche du centre des mots, du moins pour les lecteurs anglais et français. O'Regan (1981) a le premier suggéré qu'il était fortement avantageux de fixer légèrement à gauche du centre d'un mot afin de le reconnaître avec la plus grande efficacité. Il a ainsi proposé que des fixations supplémentaires, témoignant de l'échec de l'identification du mot lors de la première fixation, devraient être nécessaires si la fixation initiale dans le mot est éloignée de cette position qu'il a appelé la « position optimale du regard » aujourd'hui appelé « effet de position du regard dans le mot » (EPR) ou en anglais « optimal viewing position », l'OVP (O'Regan & Jacobs, 1992). Cette prédiction a été confirmée par la suite par plusieurs auteurs (McConkie, Kerr, Reddix, & Zola, 1988); (Vitu, McConkie, Kerr, & O'Regan, 2001). Ainsi, la probabilité de refixer un mot, dans des conditions de lecture écologiques, est minimale lorsque le regard se pose initialement légèrement à gauche du centre du mot et augmente de manière systématique à mesure que l'œil dévie de cette position « optimale ». Des données comparables ont été obtenues en lecture de mots isolés. La durée totale de fixation d'un mot présenté isolément est minimale lorsque le sujet fixe initialement la position optimale et augmente à mesure que la fixation initiale dans le mot s'en éloigne (voir Figure A, O'Regan et al., 1984). La position optimale du regard dans le mot est donc la position considérée "optimale" pour l'identification du mot parce qu'elle réduit la probabilité de refixation et raccourcit ainsi le temps de reconnaissance des mots. L'effet de position du regard peut se mesurer en durée de fixation auquel cas la durée est minimale en position

optimale ou en taux d'identification correcte du mot, auquel cas le taux est maximal en position optimale (Figures A et B, présentation des deux courbes possibles)

La courbe typique d'effet de position du regard dans le mot ressemble chez l'adulte à celle de la Figure A.

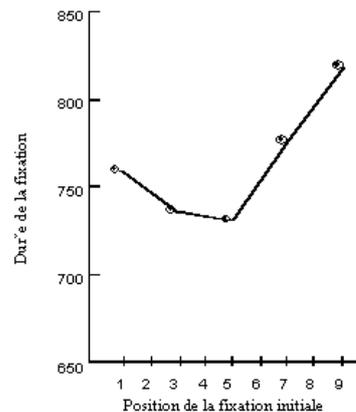


Figure A : durée de fixation totale sur des mots de 9 lettres en fonction de la position initiale du regard dans le mot lors d'une tâche de comparaison de mots (Expérience 2, O'Regan et al, 1984). Le temps de fixation est minimal lorsque les sujets fixent la 5^{ème} lettre des mots et augmente à mesure que le regard s'éloigne de cette position "optimale".

Plusieurs hypothèses tentent d'expliquer la position optimale du regard dans le mot : en raison de la décroissance continue de l'acuité visuelle au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de fixation (Nazir & Jacobs, 1991), la probabilité de reconnaître une lettre est fonction de l'excentricité de sa position sur la rétine. Mais si la chute de l'acuité visuelle était le seul facteur influençant significativement la reconnaissance d'un mot, l'OVP devrait être au niveau du centre du mot avec une décroissance égale et progressive de part et d'autre du centre du mot. L'asymétrie de la courbe d'OVP suggère que d'autres facteurs interviennent pour expliquer à la fois l'asymétrie et l'effet de base de l'acuité visuelle. En effet, différents facteurs modulent cette position optimale : la quantité d'information apportée par le début ou la fin du mot (en général plus grande en début de mot), la position où atterrit habituellement le regard au cours de la lecture, et l'accès direct à l'hémisphère gauche des lettres présentées dans le champ visuel droit. Ces facteurs contribuent à déplacer la position optimale vers la gauche en français, et vers la droite dans une langue comme l'hébreu qui se lit de droite à gauche (Stanislas Dehaene, 2006). L'OVP est donc sensible à des facteurs visuels comme la lisibilité des lettres (le « drop-off rate » : le fait de perdre en lisibilité des lettres de -0.3 à droite et -0.3 X 1.8 à gauche). Quand la lisibilité des lettres diminue, l'OVP est renforcé, quand la lisibilité des lettres augmente, l'OVP est moins prononcé). Il est également sensible à des facteurs lexicaux comme la structure

orthographique des mots ; l'OVP est sensible à la structure morphologique des mots parce que certaines lettres (paires ou clusters) ont une grande probabilité d'apparaître ensemble dans un mot, et à la fréquence des mots (cf. Figure B). La courbe d'un mot à haute fréquence est au-dessus d'un mot à basse fréquence)

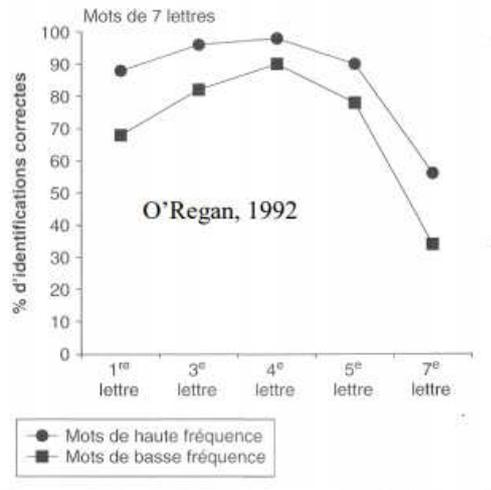


Figure B : courbes d'OVP avec des mots de 7 lettres, de haute ou de basse fréquence. Source : Cours « Mécanismes cérébraux de la lecture, cours 1 La reconnaissance visuelle des mots », Stanislas Dehaene, 2006.

L'OVP est un effet spécifique à la reconnaissance de mots puisque cet effet est obtenu seulement avec des stimuli mots. Pour les non-mots, la courbe est plate.

b. Mesure de l'OVP

La tâche classique de mesure de l'OVP consiste en deux étapes : d'abord, il faut déterminer un seuil de vitesse pour lequel le participant est capable de reconnaître un certain pourcentage de mots (pourcentage de bonnes réponses qui peut être fixé à 50%, 60%, 75%). Le temps d'exposition est donc déterminé préalablement pour chaque participant avec une session d'entraînement où le patient doit dire s'il a vu le mot et donc le lire ou dire s'il ne l'a pas vu. L'épreuve d'OVP utilisera ce seuil de vitesse d'apparition des mots et sera donc adaptée à chaque participant (exemple : 175ms, 250ms...). Classiquement, les auteurs ayant utilisé la tâche d'OVP (Aghababian & Nazir, 2000) (Ducrot, Lété, Sprenger-Charolles, Pynte, & Billard, 2003) (Dubois, De Micheaux, Noël, & Valdois, 2007) choisissent leur stimuli (les mots, qui peuvent être sélectionnés en fonction de leur taille, de leur fréquence...) et vont les diviser en 5 zones égales (pour les mots de 5 lettres par exemple, une lettre correspond à une zone, pour les mots de 6 lettres, une zone correspond à 1.2 lettres). Chaque zone sera fixée dans son centre.

Chaque mot, qu'importe sa taille, est divisé en un nombre de zones (par exemple 5 positions possibles : P1, P2, P3, P4, P5). Un point de fixation (une croix, un point) apparaît à l'écran et oblige le participant à fixer le centre d'une des 5 zones (voir Figure C). La vitesse d'apparition du point de fixation et du stimulus empêche les mouvements oculaires : le mot ne sera vu qu'en une seule fixation. On demande ensuite au participant de lire le mot s'il l'a vu. Si le participant n'a pas reconnu le mot, on peut lui demander d'épeler les lettres vues, ou de les écrire. L'objectif est qu'à travers tous les participants, chaque mot soit vu dans toutes les positions possibles. Ensuite, on calcule un pourcentage de réponses correctes selon les points de fixation, ce qui permet de faire apparaître les courbes d'OVP/EPR.

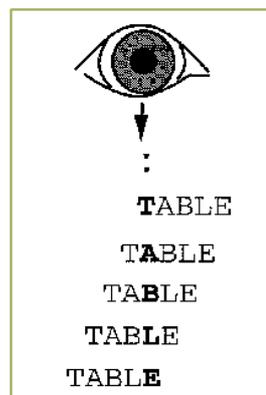


Figure C : point de fixation suivi des différentes positions du regard induites (de la position 1 à la 5) avec le mot « table »

c. Données d'OVP chez l'adulte normo-lecteur

Chez l'adulte, la performance en reconnaissance de mots varie selon le point de fixation dans le mot. Les mots sont mieux reconnus quand la fixation est légèrement à gauche de leur centre et la performance diminue plus le point de fixation s'éloigne de cette position, vers le début ou la fin du mot. L'OVP apparaît aussi bien pour les mots courts que pour les mots longs et a été décrit dans des langues différentes (avec des systèmes alphabétiques différents), avec différentes tâches de reconnaissance de mot (Coello & Casalis, 2005).

Les courbes typiques des adultes normo-lecteurs (voir Figure D) pour plusieurs longueurs de mots montrent que la forme de la courbe varie également selon la longueur du mot : notamment, l'asymétrie droite-gauche s'accroît avec la longueur du mot (la différence entre le taux de reconnaissance de la première et la dernière lettre varie).

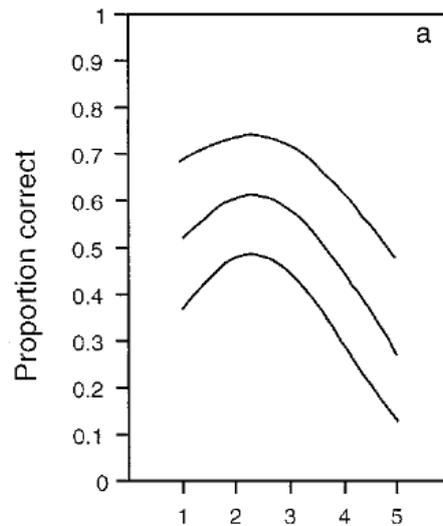


Figure D : courbes d'OVP théoriques typiques des adultes normo-lecteurs (source : Aghababian & Nazir, 2000 p.134) pour des mots de 4, 5, et 6 lettres. La probabilité de reconnaître la lettre sous le point de fixation est de 1. Le « drop-off rate », c'est-à-dire la baisse la lisibilité des lettres en fonction de l'excentricité, est de 0,06 dans le champ visuel droit et de 0,108 dans le champ visuel gauche.

d. Données d'OVP chez l'enfant et les dyslexiques

Depuis quelques années, on s'intéresse aux effets de l'OVP chez les enfants. En effet, décrire l'évolution de l'OVP avec l'âge peut permettre d'identifier les processus d'apprentissage et de mieux comprendre la structure de ce système. Aghababian et Nazir (Aghababian & Nazir, 2000) ont étudié l'effet de position du regard en reconnaissance de mots chez les enfants du CP au CM2. Les résultats de leur étude montrent que l'OVP émerge tôt (dès le CP chez l'apprenti lecteur) et que l'asymétrie est aussi observée dès la fin du CP. Les courbes sont donc très similaires chez l'enfant et chez l'adulte et ce, dès le début de l'apprentissage. Chez les enfants « faibles lecteurs », on remarque des courbes d'OVP quasiment similaires pour les mots de 4 lettres, mais pour les mots de 6 lettres leurs courbes prennent la forme atypique d'un « V inversé » (voir Figure E). Une étude menée auprès d'un jeune garçon dyslexique de 13 ans (Dubois et al., 2007) montre une courbe en V atypique comparable à celle décrite par Aghababian et al. (2000) chez les faibles lecteurs mais cette courbe est observée dès les mots de 6 lettres chez ce patient dyslexique.

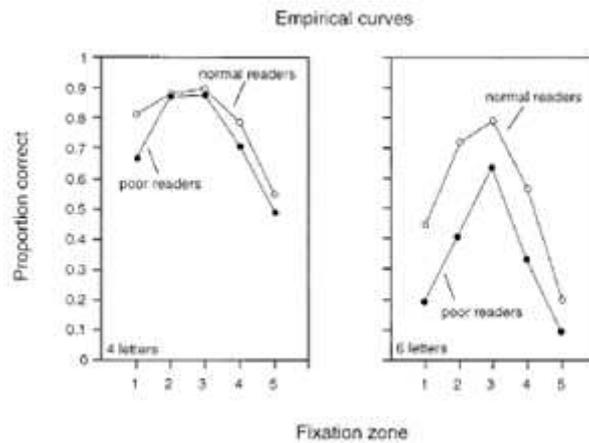


Figure E : courbes empiriques de l'expérience d'Aghababian et Nazir (2000) sur des mots de 4 lettres à gauche et 6 lettres à droite pour des lecteurs « normaux » en blanc et des lecteurs « faibles » en noir.

Une autre étude a été menée par Ducrot et collaborateurs (Ducrot et al., 2003) et s'est intéressée aux performances en reconnaissances de mots et aux courbes d'OVP chez 35 enfants dont 20 CP (moyenne d'âge : 6.8) et 15 dyslexiques (moyenne d'âge : 9.3). Elles ont utilisé la procédure classique d'OVP en utilisant deux listes de mots extraites de Manulex : 60 mots fréquents (moyenne de fréquence de 406 par million) et 60 mots peu fréquents (moyenne de fréquence de 16 par million). Les résultats de leur étude (voir Figure F) montrent un effet significatif de position chez les CP et les dyslexiques : les mots sont mieux reconnus quand la position de fixation est au centre du mot ou légèrement à gauche du mot (position 2 ou 3 sur les 5 positions induites) plutôt qu'au début ou à la fin, mais cet effet est plus fort chez les CP (79% de réussite en P2 et P3) que chez les dyslexiques (34% de réussite en P2 et 34% en P3). Les enfants en CP comme les enfants dyslexiques montrent un effet de fréquence : les mots hautement fréquents sont mieux reconnus que les mots peu fréquents. Le taux de reconnaissance global des mots est plus faible chez les dyslexiques (25%) que chez les CP. Les CP montrent aussi une plus grande asymétrie entre la première et la dernière position (P1 et P5) : 23% de différence entre ces deux positions chez les CP contre 4% de différence chez les dyslexiques. Les deux groupes ont correctement identifié les débuts de mots au moins 50% du temps et la différence entre les CP et les dyslexiques est que les dyslexiques ne semblent pas profiter de l'effet de proximité du point de fixation induit, surtout pour la fin des mots. Comme les résultats d'Aghababian et Nazir en 2000 (Aghababian & Nazir, 2000) le montraient, cet article confirme que l'OVP apparaît tôt chez les enfants (dès le CP). L'effet d'OVP et l'effet de fréquence sont présents chez les CP et chez les dyslexiques. Mais les courbes d'OVP des dyslexiques sont différentes de celles des CP : il y a une absence d'asymétrie nette gauche/droite.

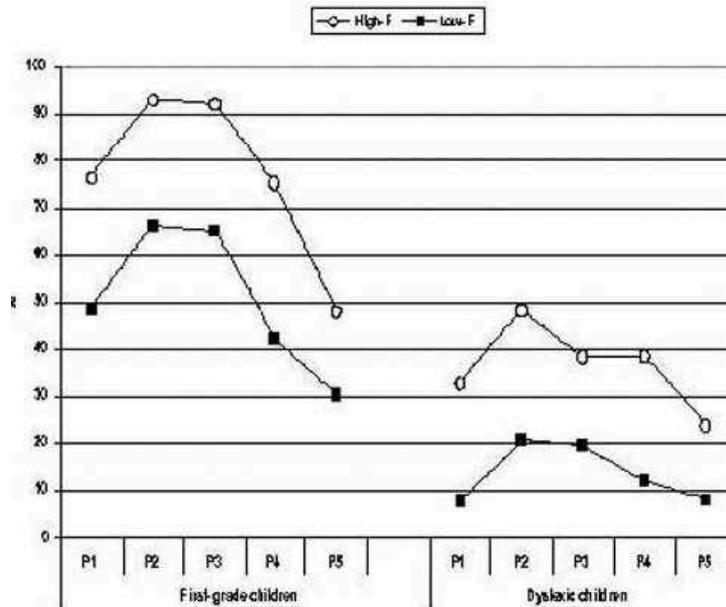


Figure F : résultats des courbes d'OVP (taux de reconnaissance des mots selon la position de fixation) de l'étude de Ducrot et al. (2003) chez les CP (à gauche) et les dyslexiques (à droite) avec une liste de mots fréquents (courbe blanche) et une liste de mots peu fréquents (courbe noire).

Différentes interprétations ont été données pour expliquer les résultats des faibles lecteurs et des dyslexiques. Chez les normo-lecteurs, les performances sont meilleures quand ils fixent la première lettre : tout le mot est vu dans le champ visuel droite alors que si on fixe la dernière lettre du mot, tout le mot est vu dans le champ visuel gauche. L'interprétation donnée à ce phénomène est une asymétrie gauche/droite : les normo-lecteurs auraient un biais attentionnel droit alors que les faibles lecteurs et les dyslexiques auraient un biais attentionnel gauche (Ducrot et al., 2003). Aghababian et Nazir (étude des enfants du CP au CM2 ainsi que des faibles lecteurs), interprètent leurs résultats en terme de « perceptual span » (ce qui correspond à la région de « vision effective » qui permet d'extraire l'information sur le texte écrit) (Aghababian & Nazir, 2000). Selon Rayner (1996), le « perceptual span » s'étend de 3 à 4 lettres à gauche du point de fixation et jusqu'à 14-15 lettres à droites de ce point. D'après Aghababian, la courbe en V inversé traduirait un « perceptual span », un « empan effectif » réduit. Dans la mesure où l'empan visuo-attentionnel correspond en lecture au nombre de lettres qui peuvent être traitées en une fixation (Prado C., Dubois M., Valdois S., 2007), une courbe en V inversé pourrait en fait traduire un empan visuo-attentionnel réduit.

4. Modèles computationnels et données OVP

a. Définition d'un modèle computationnel

La lecture est l'une des fonctions cognitives les plus étudiées en psychologie et neurosciences cognitives, que ce soit le système de lecture du lecteur expert ou celui du lecteur en contexte pathologique (dyslexie, lésions cérébrales...). Qu'est-ce qu'un système computationnel de lecture et à quoi sert-il ? Un modèle computationnel regroupe des données mathématisées et simulées, implémentées dans une machine (ordinateur). Le modèle oblige à un degré de spécification élevé des mécanismes en jeu et permet de simuler le comportement étudié (normal ou pathologique) pour tester sa validité théorique et évaluer des hypothèses causales (Phénix, Diard, & Valdois, 2016).

b. Différents types de modèles computationnels

Les modèles computationnels de lecture sont de trois types : les modèles de reconnaissance de mots isolés (comme le modèle IA), les modèles d'identification de mots isolés (par exemple le modèle à double voie comme le modèle DRC) et les modèles de contrôle oculomoteur. Les trois types de modèles se sont développés en relative indépendance mais aucun ne permet de comprendre l'acte complet de lire aujourd'hui. Chaque modèle ne peut résumer que l'état actuel des connaissances en lecture à un moment donné et des connaissances sur le fonctionnement cérébral, c'est pourquoi ce n'est qu'un cadre conceptuel qui est amené à évoluer dans le temps.

Un modèle computationnel est avant tout l'implantation mathématique d'une conception théorique du système cognitif. Le modèle est validé s'il démontre sa capacité à simuler la performance observée sur des tâches expérimentales qui font appel à la reconnaissance des mots. La plupart des simulations portent sur l'identification perceptive et la décision lexicale, avec ou sans amorçage, avec mesure du temps de réaction et du taux d'erreur. Le modèle de reconnaissance de mot le plus connu est le modèle à activation interactive, c'est le modèle IA de McClelland et Rumelhart en 1981 (Rumelhart & McClelland, 1982). Un autre modèle très connu qui a tenté de modéliser l'acte de la lecture est le modèle à double voie. La première version du modèle est le modèle DRC pour Dual Route Cascade model, proposé par Coltheart et collaborateurs en 2001 (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001) (Ziegler et al., 2008).

On sait aujourd'hui que de nombreux mécanismes visuels (dont l'acuité et les interférences latérales) interviennent lors des premières phases de traitement visuel des mots et affectent leur reconnaissance (Grainger et al, 2016) mais la plupart des modèles de reconnaissance de mots ne prennent en compte au mieux qu'une partie de ces mécanismes ; par exemple le modèle Seriol (Whitney, 2001), qui tient compte de l'acuité visuelle, mais aucun modèle ne tient compte à la fois de l'acuité visuelle, de l'attention et des interférences latérale. L'attention, par exemple, n'est prise en compte dans aucun des modèles de reconnaissance de mots à l'exception du modèle MORSEL (Mozer, 1990) et du modèle multi-traces (Ans, Carbonnel, & Valdois, 1998). Un nouveau modèle, le modèle BRAID, intègre ces trois dimensions : acuité, attention et interférence. Ce nouveau cadre théorique qui permet de simuler le rôle de l'empan visuo-attentionnel dans la reconnaissance des mots est adapté pour reproduire des résultats comportementaux complexes, comme l'effet de position optimale du regard dans le mot qui est au cœur de mon travail de mémoire. C'est ce modèle que l'on utilisera pour essayer d'appuyer l'hypothèse d'un lien entre l'empan visuo-attentionnel et l'OVP

c. Présentation du modèle BRAID

i. Présentation

Le modèle BRAID est un modèle de reconnaissance des mots écrits développé en 2017 par Thierry Phénix, Julien Diard et Sylviane Valdois (LPNC, Grenoble). BRAID est l'acronyme de Bayesian Model of word Recognition with Attention, Interference and Dynamics. Une illustration schématique du modèle BRAID est proposée dans la Figure G.

Le modèle BRAID a été créé car, si la littérature décrit largement les déficits d'attention visuelle, le gradient d'acuité visuel et l'effet d'encombrement visuel ou effet crowding, et montre que ces désordres affectent l'identification de lettres dans une suite, ce qui a un impact sur la reconnaissance des mots, aucun modèle actuel de reconnaissance de mots ou de lecture n'inclut de composants susceptibles d'expliquer ces déficits. Le modèle BRAID est pour la première fois doté d'un système de positionnement du regard, d'un gradient d'acuité visuelle, d'interférences latérales et d'un filtre attentionnel, qui devraient lui permettre de simuler des effets comparables à ceux observés dans les tâches d'OVP.

ii. Fonctionnement

A première vue (Figure G), l'architecture globale du modèle est relativement classique et inclut trois composants de base, avec de bas en haut, comme le montre le modèle ci-dessous :

- un composant sensoriel d'identification des traits visuels qui composent les lettres (niveau vert)
- un composant perceptif d'identification des lettres qui composent le mot (niveau bleu)
- un composant lexical correspondant aux connaissances mémorisées sur la forme orthographique des mots (niveau rouge)

Le modèle postule l'existence d'un composant supplémentaire, un mécanisme d'attention visuelle (en orange) qui joue un rôle de filtre.

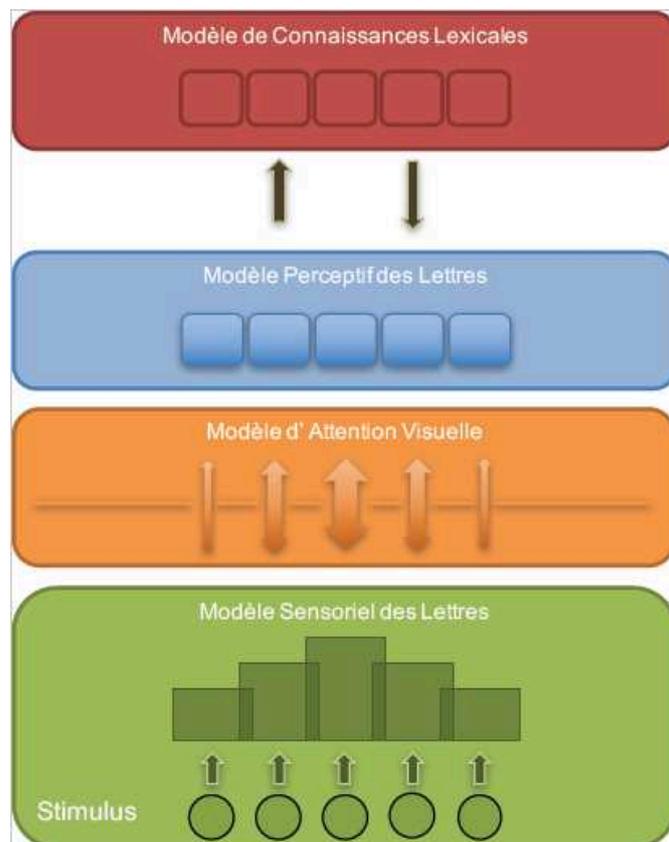


Figure G : architecture conceptuelle du modèle BRAID. En vert le modèle sensoriel avec gradient d'acuité et interférences latérales. En orange, le modèle attentionnel qui module la transmission d'information (flèches) vers le modèle perceptif en bleu et enfin, en rouge, le modèle lexical qui renferme les connaissances sur la forme orthographique des mots.

Description du niveau TRAIT

Le niveau trait (modèle sensoriel, en vert) décrit les mécanismes qui permettent d'extraire l'information visuelle qui caractérise les lettres du stimulus d'entrée. La quantité d'information visuelle extraite des lettres du mot est modulée par la proximité visuelle entre chaque lettre et

les autres lettres de l'alphabet (matrice de confusion), le gradient d'acuité visuelle et les interférences latérales entre lettres adjacentes.

Le rôle de la matrice de confusion : l'entrée du modèle est une matrice de confusion qui inclut toutes les lettres de l'alphabet et tient compte de la proximité visuelle entre les lettres. Ainsi, la lettre cible correspondant à l'input visuel pour une position donnée sera maximale activée au sein de la matrice mais les lettres qui ressemblent visuellement à cette lettre cible seront également activées (à un moindre degré et en fonction de leur degré de proximité visuelle) sur la même position (voir Figure H gauche, exemple pour la lettre cible R).

Le rôle de l'acuité visuelle : l'extraction de l'information visuelle est modulée par le gradient d'acuité visuelle (Figure H, milieu). Comme le montre la Figure H, si la lettre R était positionnée successivement à des distances variables du point de fixation (ici R en position 3, pour une séquence de 5 R), l'identification de la lettre serait maximale sur le point de fixation mais diminuerait plus la distance entre la lettre et le point de fixation augmente. La conséquence du gradient d'acuité est donc une extraction d'autant moins bonne de l'information que la lettre cible est plus distante du point de fixation. Autrement dit, on perçoit moins bien les lettres plus elles sont distantes de la position fixée et la perceptibilité des lettres baisse de façon symétrique à droite et à gauche du point de fixation.

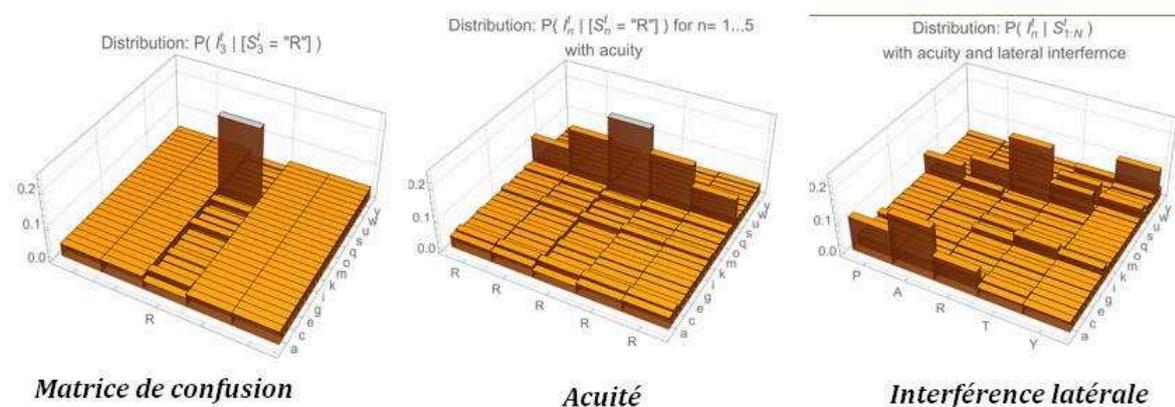


Figure H : Illustration de la probabilité d'identification de la lettre R : Effet du voisinage littéral (matrice de confusion, gauche), de l'acuité visuelle (milieu) et des interférences latérales (droite) dans le modèle BRAID

Le rôle des interférences latérales : l'identification de chaque lettre est perturbée par les lettres qui lui sont adjacentes, c'est ce qu'on appelle le phénomène d'interférence latérale (ou crowding). Ce phénomène est illustré dans la Figure J pour le mot anglais PARTY. La lettre R de la matrice est maximale activée dans la position 3 qui correspond à la position du R dans le mot, mais les lettres A et T, sont partiellement activées dans cette position : c'est un peu

comme si l'information sur les lettres adjacentes (PARTY) se propageait partiellement sur la position de la lettre R, venant ainsi interférer avec l'identification du R.

Description du niveau LETTRE

Les informations sur le stimulus sensoriel qui sont extraites à chaque pas de temps participent à la création d'un percept : sorte de représentation interne correspondant à chaque lettre du mot. La Figure I représente la dynamique de ce processus pour une lettre donnée. Le graphique à gauche de la Figure illustre la quantité d'information accumulée à chaque pas de temps (t_{n-1} , t_n , t_{n+1} ; accumulation initiale d'information et déclin mnésique). Elle montre que l'information quant à l'identité de la lettre augmente avec le temps. La courbe correspondant à cette accumulation d'information avec le temps est représentée dans le graphique de droite. Sur le graphique l'axe X représente le temps et l'axe Y représente le taux de reconnaissance de la lettre. On voit que l'information sur l'identité de la lettre qui était quasi-nulle au début du traitement, augmente progressivement avec le temps (ici, le nombre d'itérations) jusqu'à atteindre un taux de 70% d'identification au bout de 200 itérations. La barre verticale symbolise la suppression de l'input sensoriel. Lorsque la lettre cible n'est plus présente en input, aucune information sensorielle ne peut plus être extraite du stimulus. La Figure I montre qu'en l'absence d'input, l'information précédemment accumulée au niveau du percept commence à décliner jusqu'à devenir quasi-nulle à 400 itérations.

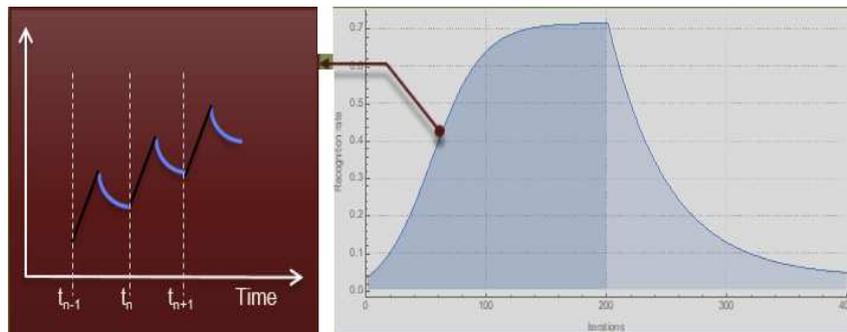


Figure I : la variable P (Percept dans le modèle BRAID). A gauche, l'acquisition des informations sensorielles (accumulation et déclin à chaque pas de temps) ; A droite, l'accumulation d'information sur la nature de la lettre (percept) durant les 200 premières itérations et déclin progressif de l'information lorsque la lettre n'est plus présente en input (à partir de 200 ms).

Description du filtre attentionnel

Les ressources attentionnelles qui sont mobilisées lors de l'identification des lettres du mot sont également prises en compte dans le modèle. L'attention visuelle joue un rôle de filtre qui permet d'augmenter ou au contraire de diminuer la quantité d'information extraite au niveau sensoriel qui vient alimenter la création du percept. Une lettre est mieux identifiée si l'attention qui lui

est allouée est importante. L'attention ne se distribue pas de façon homogène sur la séquence des lettres du mot mais selon une courbe gaussienne (voir illustrations Figure J).

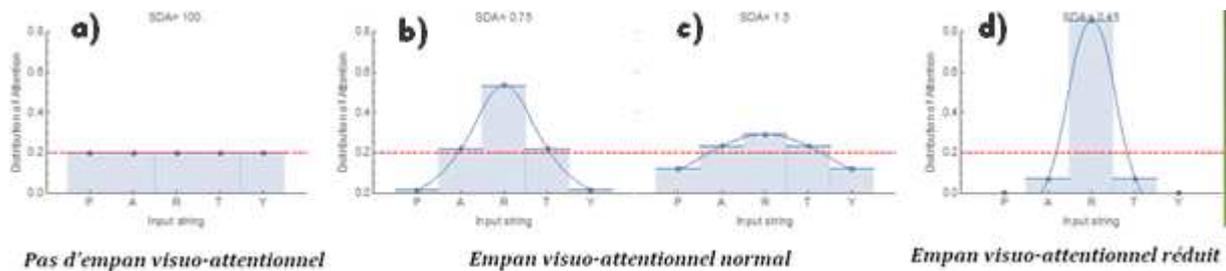


Figure J : exemple de différentes distributions de l'attention sur les lettres : (a) lorsqu'il n'y a pas de filtrage attentionnel, l'attention est répartie de manière uniforme sur chaque unité, (b) avec empan visuo-attentionnel normal, (c) avec une large distribution attentionnelle et (d) avec empan visuo-attentionnel réduit.

La Figure J présente trois graphiques qui illustrent plusieurs distributions gaussiennes possibles de l'attention. Dans les trois cas, l'attention est centrée sur le point de fixation positionné ici sur le R du mot « PARTY ». On voit que la quantité d'attention allouée à cette position est maximale, la probabilité d'identification de la lettre R est favorisée puisque davantage d'information sera transmise pour la création du percept correspondant. Les quatre graphiques illustrent des distributions différentes de l'attention sur les 5 lettres du mot PARTY. Le graphique (a) illustre le cas où l'attention ne joue pas de rôle de filtrage, l'attention allouée à toutes les lettres est similaire quelle que soit leur position dans la séquence. Le graphique (b) correspond au profil de distribution attentionnelle du lecteur « normal » : l'attention est maximale en position centrale, les deux lettres adjacentes reçoivent une quantité d'information suffisante pour en faciliter l'identification et l'attention allouée aux lettres extérieures (initiale et finale) est minimale. Le graphique (c) illustre une distribution beaucoup plus homogène de l'attention qui n'avantage pas particulièrement la lettre centrale. Le graphique (d) au contraire illustre le cas d'une attention quasi-totalement allouée à la lettre centrale du mot. La distribution attentionnelle dans le modèle BRAID est censée correspondre à l'empan visuo-attentionnel décrit au niveau comportemental.

Description du niveau MOT

La dernière composante du modèle, le niveau MOT (en rouge sur la figure G), représente le savoir lexical (connaissances sur les mots écrits de la langue) du modèle. Les connaissances du modèle correspondent aux 38 840 mots du French Lexicon Project (Ferrand et al., 2010). Les informations accumulées sur les lettres du stimulus d'entrée au cours de la construction du percept permettent la reconnaissance du mot cible.

Simulations dans le cadre du modèle BRAID

Le modèle BRAID a déjà été utilisé pour effectuer des simulations de résultats comportementaux. Phénix, Valdois & Diard (soumis) ont montré qu'il pouvait rendre compte d'un grand nombre de résultats décrits chez le lecteur expert, comme les effets de fréquence (mots fréquents reconnus plus vite que les mots moins fréquents) ou les effets de supériorité du mot (une lettre est mieux identifiée dans le contexte d'un mot que si elle est présentée dans une séquence de lettres quelconque ou isolément). Le modèle est également capable de reproduire fidèlement les courbes d'OVP de participants normo-lecteurs et faibles lecteurs (Aghababian & Nazir, 2000). Il sera utilisé ici pour simuler les courbes de position optimale du regard dans le mot des patients dyslexiques que nous avons recrutés.

Pour conclure cette partie, on peut dire qu'aucune étude n'a fait de lien entre l'empan visuo-attentionnel et les courbes d'effet de position du regard dans le mot. De plus, il y a très peu de données dans la littérature concernant l'OVP chez les dyslexiques. Aucun modèle de reconnaissance de mots n'a tenté de simuler les performances des dyslexiques dans le cadre des tâches d'OVP (c'est l'objectif avec le modèle BRAID). Dans le cas du protocole mis en place pour ce mémoire, on prédit un lien entre l'empan visuo-attentionnel et les courbes d'OVP chez les dyslexiques. Les courbes en V inversé si elles sont retrouvées chez les participants dyslexiques de notre étude seraient la conséquence de capacités d'attention visuelle limitées et pourront être simulées dans le modèle BRAID en utilisant une distribution attentionnelle très piquée telle qu'illustrée dans la Figure J (d). On s'attend dans ce cas à ce que les courbes d'OVP soient sensibles aux capacités d'empan VA des participants. L'obtention de courbes plus symétriques telles que celles décrites chez les dyslexiques dans l'article de Ducrot et al. (2003) pourraient quant à elle résulter d'une distribution attentionnelle plus large (type (c) Figure J).

Partie 2 : Méthode

Un protocole original a été mis en place pour tester la vitesse de lecture, les capacités phonologiques, l'empan visuo-attentionnel et les courbes d'OVP chez les enfants dyslexiques. L'objectif de mon mémoire était double : il s'agissait d'une part de recueillir des données comportementales nouvelles pour évaluer l'existence d'un lien entre la taille de l'empan visuo-attentionnel et la forme des courbes de position optimale du regard dans le mot, et d'autre part, de tenter de simuler les courbes OVP observées comportementalement en utilisant le modèle BRAID.

1. Participants

Au total 27 enfants dyslexiques du CM1 à la 6^{ème} ont participé à cette étude. Un participant est sorti de l'étude car il n'a pas pu être revu pour toutes les épreuves. Sur ces 26 participants, 13 étaient en CM1 soit 50% (dont 6 filles et 7 garçons), 6 étaient en CM2 soit 23.10 % (dont 2 filles et 4 garçons) et 7 étaient en 6^{ème} soit 26.90% (dont 3 filles et 4 garçons). Ces participants ont été recrutés chez des orthophonistes des départements de Loire Atlantique (44) et de la Vienne (86). Ils ont tous bénéficié ou bénéficient encore d'une rééducation orthophonique. Sur ces 26 participants, 42.3% étaient donc des filles (n : 11) et 57.7% des garçons (n : 15). La moitié des participants n'ont aucun autre trouble associé (n : 13), et pour l'autre moitié : 7.7% ont un trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité (n : 2), 15.4% sont dyscalculiques (n : 4), 15.4% ont été diagnostiqués hauts potentiels (n : 4), et 7.7% des participants sont aussi dyspraxiques (n : 2). Sur les 26 participants, 6 (23.1%) ont effectué un bilan neuropsychologique avec test du QI, et 3 (11.5%) vont l'avoir dans l'année à venir. Les tests de QI passés montrent tous un QI dans la norme (QI normal ou subnormal). Tous les participants ont pour langue maternelle le français et aucun n'est bilingue. L'audition est normale pour tous les sujets (audiogramme souvent à la demande de l'orthophoniste). La vue est normale pour 16 sujets (61.5%), pour les autres, ils bénéficient d'une correction pour la fatigue oculaire pour 6 d'entre eux (23.1%), hypermétropie pour 3 d'entre eux (11.5%) et myopie pour 1 sujet (3.8%). Concernant leur latéralité, 23 sont droitiers (88.5%) et 3 sont gauchers (11.5%). Pour 22 sujets (84.6%), leur orthophoniste signale un trouble phonologique initial, pas de trouble phonologique initial pour 4 sujets (15.4%). Concernant la présence d'un trouble du langage initial, il n'y en avait aucun pour 13 sujets (50%), et oui pour 7 à 13 sujets (de 26.9% à 50%) selon les troubles du langage recherchés (trouble d'articulation, problème de vocabulaire, compréhension...). L'empan

visuo-attentionnel n'a jamais été testé chez aucun des sujets. Le diagnostic de dyslexie a été posé par l'orthophoniste sur la base d'écarts à la norme significatifs sur des tests de lecture et d'écriture standardisés, proposés par l'orthophoniste (diagnostic posé du CE2 à la 6^{ème}, selon les participants). Le recueil de données des participants est présenté en annexe I.

Les participants à ce protocole ont passé 3 types d'épreuves : une épreuve de vitesse de lecture, des épreuves phonologiques et des épreuves mesurant leur empan visuo-attentionnel, ceci dans le but d'actualiser les données et d'avoir des mesures fiables pouvant caractériser les patients avant de leur faire passer le protocole d'OVP. Cela a permis d'homogénéiser les données afin d'obtenir des statistiques descriptives permettant d'évaluer leur vitesse de lecture, leurs capacités phonologiques et visuo-attentionnelles. Les résultats sur ces différentes épreuves sont présentés dans le tableau de la Figure K.

Les participants ont tous passé une épreuve de vitesse de lecture, testée avec le texte Monsieur Petit de la BALE. Leur vitesse de lecture est lente : en moyenne 70.65 mots sont lus en une minute (ce qui se situe à -2.14 ET de la norme en moyenne). Les performances de quatre sujets qui ne manifestaient pas de déficit en lecture de texte au moment de l'évaluation ont été retirées de l'analyse sur les tâches d'OVP. Les participants ont également passé des épreuves testant leurs habilités métaphonologiques, testées avec 6 sous-tests de la BALE (« CogniSciences, Outils, BALE »)(épreuves de fusion phonémique, de suppression phonémique, de discrimination auditive...). Leurs résultats sur ces épreuves sont faibles mais restent dans la norme. (voir tableau des résultats, Figure K, protocole détaillé en annexe II, résultats détaillés annexe IV). Cela peut s'expliquer par le fait que les patients ont été entraînés à la conscience phonologique, pour certains de la grande section de maternelle au CE2 lors d'une rééducation orthophonique. Leur empan visuo-attentionnel a également été testé avec EVADYS (Valdois, Guinet & Embs, 2017 ; diffusé par Happy neuron), au moyen des épreuves de report global et partiel de lettres, ainsi que l'épreuve de seuil de lettres. L'empan visuo-attentionnel composite moyen de tous les participants est de 3.80 (l'empan moyen en CM1 est de 4.19 ; 4.35 en CM2 et 4.44 en 6^{ème}). Le z-score moyen traduit un niveau moyen faible de performance mais non pathologiques. Six des sujets dyslexiques participants présentent un déficit de l'empan VA (avec un Z-score EVA <-1.65). Onze présentent un déficit (<-1.65) sur au moins deux des épreuves proposées.

	VDL	PHONOLOGIE							E.V.A
	Vitesse de lecture (MCLM)	Fusion des premiers phonèmes (score /10)	Fusion des premiers phonèmes (temps en secs)	Identification de la consonne initiale (score /10)	Segmentation phonémique (score /8)	Suppression du phonème initial (score /10)	suppression du phonème final (score /10)	Repérage des formes phonémiques (score /5)	empan visuo-attentionnel composite
moyenne de la cohorte	70,65	7,15	98	7,12	4,77	6,27	5,69	3,81	3,8
moyenne CM2 (BALE)	136,8	7,79	85,76	8,82	5,98	7,72	7,87	4,62	
écart-type	30,87	2,01	32,01	1,64	1,63	2,52	2,36	0,74	0,44
médiane	65,5	8	95	7	5	7	6,5	4	3,77
minimum	19	1	51	3	0	2	0	1	2,98
maximum	156	10	150	10	8	10	10	5	4,79
Z-score moyen	-2,14	-0,32	0,38	-1,04	-0,74	-0,58	-0,92	-1,09	-1,15

Figure K : tableau des résultats en vitesse de lecture, épreuves phonologiques et empan visuo-attentionnels, caractérisant la population expérimentale de l'étude. Le seuil pathologique de la BALE se situe à -1.65 ET.

2. Epreuves expérimentales

Pour tester la position optimale du regard dans le mot des patients dyslexiques, nous avons adopté la méthode classique, telle que décrite par Aghababian et al. (2000). Le logiciel e-prime (Psychology Software tools) a été utilisé pour créer les épreuves informatisées qui ont été proposées aux enfants. La tâche principale de notre protocole expérimental est une tâche de reconnaissance de mots utilisant le paradigme d'OVP qui consiste à présenter des mots en un temps limité en modifiant le point de fixation dans le mot de façon à établir les courbes d'effet de position du regard des patients. Une épreuve préliminaire d'identification de mots a été proposée en préalable de façon à déterminer pour chaque sujet le temps de présentation des mots à utiliser lors de la tâche d'OVP.

a. Epreuve préliminaire d'estimation des seuils individuels en lecture

La tâche d'estimation du temps de présentation permet de fixer un temps d'affichage des mots en millisecondes pour lequel le sujet a été capable de lire plus de 50% des mots présentés. Une liste de 20 mots de 5 lettres, différents de ceux de l'expérience sert pour cette estimation. Les mots sont appariés en fréquence et en pourcentage d'acquisition orthographique avec les mots de l'expérience d'OVP. Les mots sont présentés centrés sur le point de fixation (lettre en position 3). Ils sont immédiatement suivis d'un masque (une série de # qui permet de limiter le temps de traitement au temps de présentation du mot).

Pour chaque enfant, le temps d'affichage est ajusté lors d'une session de 20 essais répétés (avec des mots de 5 lettres qui ne seront pas représentés ensuite). Vingt mots sont vus par l'enfant et le temps est ajusté de manière à ce que le pourcentage de réponses correctes excède 50%. C'est l'estimation du seuil. Ensuite a lieu le calcul en temps réel du temps de présentation correspondant à un seuil de 60% de réponse correcte pour pouvoir utiliser ce temps dans la tâche d'OVP. Sauf exception, l'ajustement de la durée reste en-dessous de 180/200 ms, temps moyen d'une fixation oculaire. Cela permet de s'assurer que le mot n'est fixé qu'une seule fois.

Pour créer l'épreuve expérimentale d'OVP, nous avons adopté les critères décrits dans l'étude d'Aghababian & Nazir (Aghababian & Nazir, 2000). Des mots de 4, 5 et 6 lettres ont été choisis : l'objectif général était que ces mots soient familiers aux enfants. Des précautions ont donc été prises sur le choix des mots : la fréquence et l'indice d'acquisition orthographique. Les mots ont été sélectionnés dans la base de données Manulex (Lété et al.,) ("MANULEX: A grade-level lexical database from French elementary school readers") qui fournit la fréquence d'apparition des mots dans les manuels pour enfants de primaire. Les mots de chaque longueur ont été appariés en fréquence par référence à cette base de données. Les mots des différentes listes de longueur ont également été appariés en fonction de leur âge d'acquisition orthographique telle que fournie dans la base de données EOLE (Pothier & Pothier, 2003). Les mots sélectionnés sont tous des noms communs, uniquement au singulier, qui sont fréquents dans MANULEX (en moyenne présentés 200 fois /10 000 mots) et écrits correctement à plus de 75% en CE2, CM1 et CM2 (EOLE). Aucun redoublement de lettres dans le mot n'a été accepté afin de n'avoir que des lettres différentes, aucun accent n'a été accepté.

Au final, 100 mots ont été choisis qui sont répartis dans 4 listes différentes (voir listes de mots en annexe III) :

- 25 mots de 4 lettres (moyenne de la fréquence par million en % (Manulex) : 243.68 ; mots correctement écrits en moyenne à 86.76% en CE2, 91.20% en CM1 et 93.04% en 6^{ème} (EOLE))
- 25 mots de 5 lettres (moyenne de la fréquence par million en % (Manulex) : 243.00 ; mots correctement écrits en moyenne à 90.24% en CE2, 93.88% en CM1 et 95.12% en 6^{ème} (EOLE))
- 25 mots de 6 lettres (moyenne de la fréquence par million en % (Manulex) : 242.90 ; mots correctement écrits en moyenne à 89.88% en CE2, 94.04% en CM1 et 95.96% en 6^{ème} (EOLE))

Au début de chaque liste, 5 mots de familiarisation de 5 lettres (qui ne font pas partie des 100 mots) sont présentés à l'enfant. Chaque mot est présent dans chaque liste avec une position de fixation à chaque fois différente : les mêmes mots sont présentés dans chaque liste mais ne sont pas vus au même point de fixation (le mot « chien » par exemple peut être vu en induisant le regard avec un point de fixation d'abord sur le c, le h, le i, le e ou le n : Chien, cHien, chIen, chiEn, chieN). Il y a autant de mots fixés en première, deuxième, troisième, quatrième et cinquième position dans chaque liste (5 mots en première, deuxième, troisième, quatrième, cinquième position dans chaque liste). Pour les mots de 5 lettres, chaque lettre correspond à 1/5 du mot, et pour les mots de 4 et 6 lettres, ils ont été fractionnés pour obtenir 5 points de fixation différents dans le mot.

b. Epreuve d'OVP

Les stimuli (mots) sont présentés en temps limité au centre d'un écran monochrome (dimensions de l'écran : 39 cm en diagonale), actualisés à 60 Hz. Les mots sont affichés avec des lettres noires sur fond blanc, en minuscule, dans la police standard Courier New (police qui permet que chaque lettre ait la même taille). Chaque lettre est définie dans une matrice de pixels 0,4 cm x 0,6 cm. Les participants se trouvent à une distance de 30 cm de l'écran, une lettre correspond à un angle de 0,764°.

Pour la tâche d'OVP un point de fixation (:) apparaît au milieu de l'écran (position de fixation variable) pendant 1s. Apparaît ensuite un écran blanc pendant 50 ms. Le mot est présenté selon le temps fixé en pré expérimentation (estimation du seuil). Il apparaît ensuite un masque (une chaîne de symboles dièses #) immédiatement à la disparition du mot. Le masque dépasse la taille du mot d'un caractère de chaque côté. Voir Figure L.

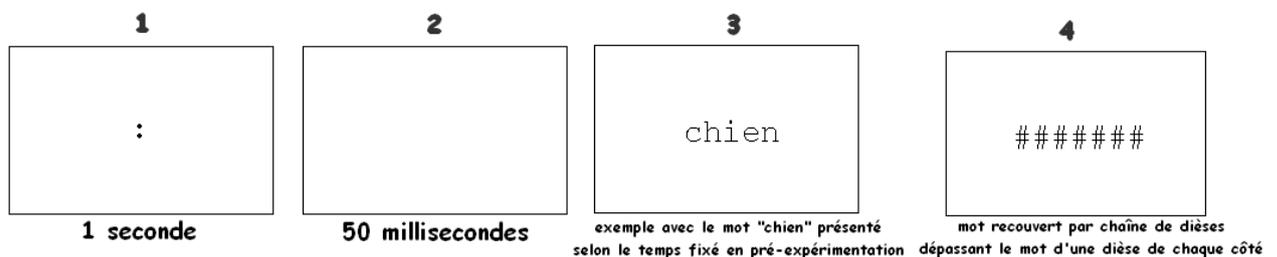


Figure L : illustration du déroulement d'un essai avec le mot « chien »

Les mots sont présentés par blocs de longueur et le point de fixation varie d'un item à l'autre pour une même longueur. L'enfant est informé de la taille des mots qui seront présentés dans chaque liste. On lui demande de lire le mot, ou de l'épeler si ce n'est pas possible. Si le mot

n'est pas reconnu, on lui demande s'il a vu des lettres (qu'il épelle). Après chaque bloc de mots, il y a une courte pause. Les mouvements des yeux ne sont pas enregistrés, c'est pourquoi l'expérimentateur se place à côté ou en face de l'enfant, pour regarder ses mouvements oculaires, et lui rappeler régulièrement (tous les 10 items) de bien fixer le point de fixation. Les enfants n'avaient pas tendance à bouger leurs yeux et sont restés très concentrés car ils ont vite compris que si leurs yeux se posaient ailleurs que sur le point de fixation, ils n'auraient pas le temps de ramener leurs yeux sur le mot pour le lire. Les enfants du protocole ont tous essayé de lire le maximum de mots. Lorsque la lecture n'était pas possible, on demandait à l'enfant de dire le nom des lettres qu'il avait vues. Parfois, les enfants ont réussi à épeler parfaitement le mot, sans pouvoir le lire. Certains enfants ont exprimé une fatigue oculaire après le protocole qui durait 20 minutes.

3. Hypothèses

Les hypothèses que nous formulons sont les suivantes :

- Les courbes des participants devraient être atypiques : on s'attend à retrouver les **courbes en « V inversé » d'Aghababian et Nazir (2000), ou celles plus plates et symétriques de Ducrot et collaborateurs (2003).**
- On s'attend à trouver un lien entre l'empan visuo-attentionnel et la forme des courbes d'OVP chez les participants dyslexiques : en effet, **les participants dyslexiques avec un empan faible auront de faibles performances en OVP.**
- **Il sera possible de simuler les courbes OVP des participants,** en manipulant les paramètres attentionnels du modèle BRAID.

Partie 3 : Résultats

1. Résultats comportementaux

Pour l'analyse des résultats, deux sujets ont dû être sortis de l'étude, l'un car le temps de présentation était anormalement trop rapide (33 ms), et l'autre car son taux de réussite en tâche d'OVP était de 0% pour les trois listes de mots malgré une valeur normale de présentation et un empan VA normal. Les analyses qui suivent portent donc sur une population de 24 sujets. Nous avons analysé les courbes d'OVP par participants, puis défini des indicateurs afin d'évaluer l'existence d'un lien entre leur empan visuo-attentionnel et leurs résultats en OVP.

a. Les courbes moyennes d'OVP par longueur de mot

Les performances moyennes des participants en fonction de la longueur des mots et des différentes positions du regard sont présentées dans la figure M. Les performances maximales d'identification de mots (OVP) sont observées lorsque la fixation est située en zone 4, ou position 4 (donc dans la deuxième moitié du mot, à droite du milieu) quelle que soit la longueur des mots. On observe globalement une asymétrie gauche-droite, la performance est plus faible lorsque la position du regard fixe la première lettre du mot que lorsque la fixation porte sur la dernière lettre. Ces courbes permettent donc de constater une asymétrie inversée par rapport aux données comportementales (Ducrot et collaborateurs, 2003; Aghababian et Nazir, 2000) avec une asymétrie prédominante à gauche et non à droite.

Les courbes obtenues par sujet, par mot et par longueur sont présentées en annexe V et VI. Ces courbes montrent une grande variabilité entre les sujets. Cependant, la tendance moyenne présentée dans la Figure M est représentative des courbes observées chez la plupart des sujets. Comme dans la figure M, les données individuelles montrent des courbes inversées avec un avantage quand le mot est présenté à gauche du point de fixation. L'analyse statistique des résultats a été menée par Thierry Phénix au LPNC de Grenoble.

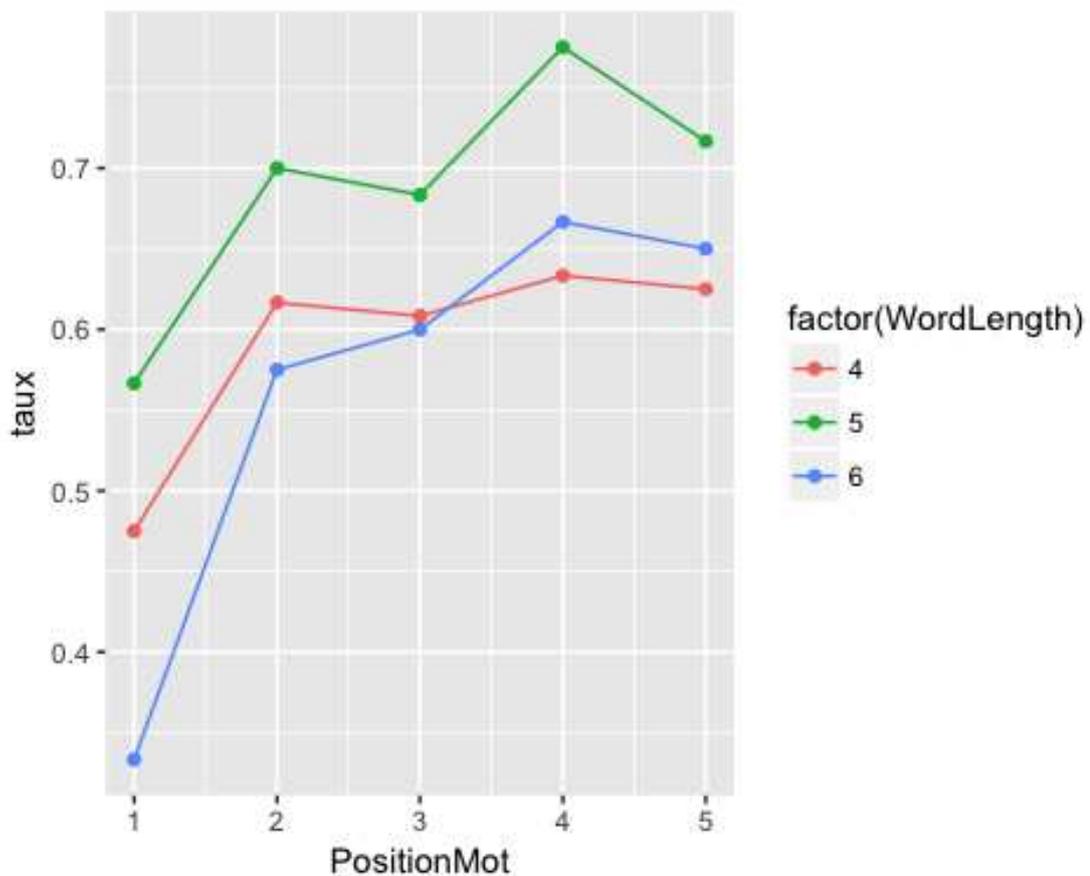


Figure M : Courbes d'OVP moyennes : performances moyennes de tous les participants en fonction de la longueur des mots (4.5.6 lettres) et des différentes positions du regard dans le mot (P1/P2/P3/P4/P5).

Les courbes présentées dans la Figure M suggèrent l'existence d'un effet de longueur. La courbe verte est au-dessus des deux autres courbes, suggérant un taux d'identification plus élevé pour les mots de 5 lettres comparativement aux mots de 4 et 6 lettres. Une analyse de la variance (ANOVA) à mesures répétées sur les données des participants montre que l'effet de longueur est significatif ($F(2,46) = 9,44, p < .001, \eta^2 = 0,291$). Une analyse post-hoc de Scheffe (analyses deux à deux) a été menée afin de tester les différences observées entre chaque couple de longueur. Cette analyse confirme que les mots de 5 lettres sont mieux identifiés, toutes positions du regard confondues, que les mots de 4 lettres ($t_{(46)}=3.237, p=.009$) et que les mots de 6 lettres ($t_{(46)}=4,13, p<.001$). Il n'y a pas de différence significative entre l'identification des mots de 4 et 6 lettres ($t_{(46)}=0.893, p=.673$).

b. Existe-t-il un lien entre empan visuo-attentionnel et performances d'OVP

Dans un premier temps, nous avons cherché de manière globale une corrélation entre les performances de report global (RGP) ou de report partiel (RPP) de l'expérience comportementale portant sur l'empan VA avec le taux global d'identification de mots de l'expérience comportementale portant sur l'OVP (voir Figure N).

Aucune des corrélations n'est significative : entre OVP et RGP ($r=0,112$, $p=0,62$) et entre OVP et RPP ($r=0,36$, $p=0,087$). Enfin, la corrélation entre RPP et RGP n'est pas non plus significative ($r=0,38$, $p=0,068$).

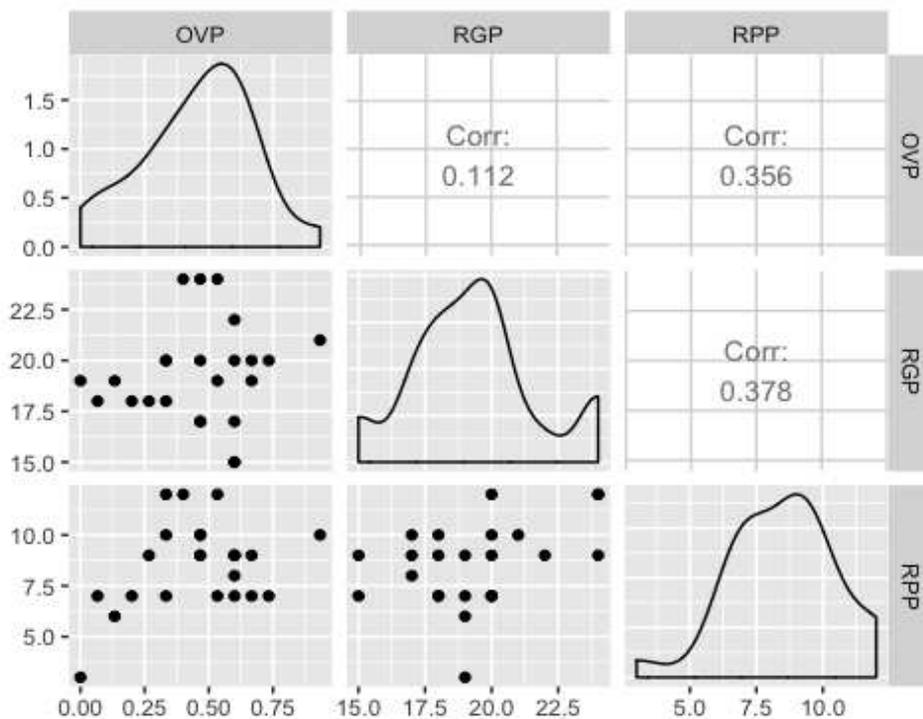


Figure N : mesure de la corrélation entre les performances de report global et de report partiel de l'empan visuo-attentionnel, et le taux global d'identification de mots sur la tâche d'OVP

c. Existe-t-il un lien plus spécifique entre empan visuo-attentionnel et performances d'OVP

Dans un second temps, nous avons affiné notre recherche d'un lien entre la taille de l'empan visuo-attentionnel et les courbes d'OVP. Cette recherche est exploratoire car les indicateurs prélevés sur les courbes OVP, qui pourraient être reliées à l'empan VA, n'ont pas été identifiées dans la littérature. Nous avons défini comme indicateurs potentiels : les taux

d'identification extrêmes (valeur maximale et minimale observées sur les courbes OVP, pour chaque participant) et le taux d'identification début-fin (la différence de taux d'identification entre la première et la dernière position). L'existence d'une corrélation a été recherchée entre ces trois indicateurs et le Z-score de l'empan visuo-attentionnel composite de chaque participant.

Les données n'étant pas distribuées normalement, nous avons utilisé la méthode des rangs de Kendal pour calculer les différentes corrélations. Aucune des corrélations entre le taux d'identification début-fin et l'empan visuo-attentionnel n'est significative (voir Figure O) pour les mots de 4 lettres ($\tau = -0,09$, $p = 0,546$) ; pour les mots de 5 lettres ($\tau = -0,09$, $p = 0,547$) et pour les mots de 6 lettres ($\tau = -0,21$, $p = 0,174$). De la même façon, aucune des corrélations entre les valeurs min et max des taux d'identification et l'empan VA ne sont significatives.

Globalement, les paramètres retenus pour caractériser les courbes OVP ne sont pas reliés aux capacités d'empan VA des participants dyslexiques.

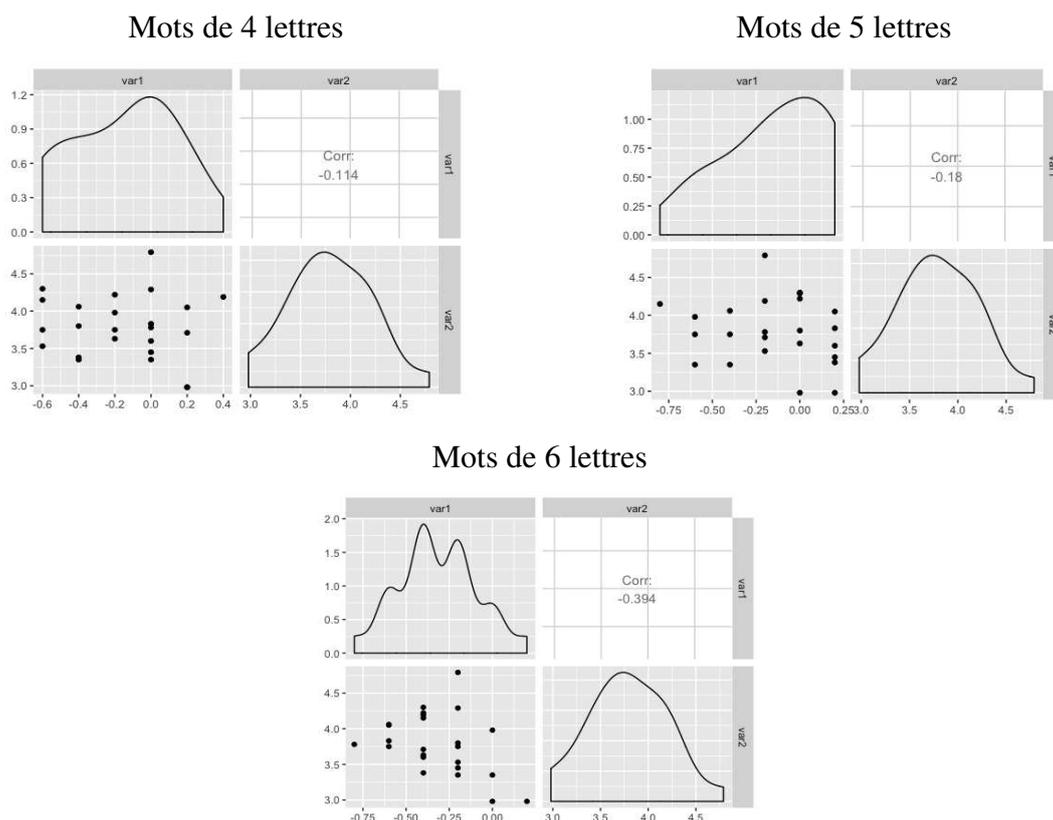


Figure O : corrélation entre différence début-fin (var1) et empan Z-score de l'empan composite (var2) avec mots de 4 lettres (a), 5 lettres (b) et 6 lettres (c). Les corrélations entre ce qui est décrit précédemment et les graphiques ne sont pas les mêmes puisque nous avons utilisé la méthode de Kendal (τ) alors que le logiciel utilise la méthode de Pearson (r). Ne pas tenir compte des taux de corrélations sur les graphiques.

2. Résultats des simulations dans le modèle BRAID

Le modèle BRAID a été utilisé pour simuler les courbes d'OVP sur les mêmes listes de mots que ceux utilisés dans l'expérience comportementale d'OVP. Les simulations ont d'abord été effectuées en utilisant les paramètres par défaut du modèle BRAID pour rendre compte des performances des normo-lecteurs. Ces paramètres ont ensuite été modifiés dans le but de simuler les courbes atypiques observées chez les sujets dyslexiques.

a. Simulations des courbes d'OVP avec le modèle BRAID « classique »

On a choisi d'utiliser le modèle BRAID pour simuler des courbes OVP en utilisant les paramètres par défaut du modèle qui correspondent à un normo-lecteur. Les simulations ont été réalisées en utilisant les mêmes mots que dans le protocole comportemental (mots sélectionnés dans Manulex et EOLE). Les courbes simulées sont présentées dans la Figure P. On voit que le modèle correspondant à un normo-lecteur reproduit les courbes classiques d'OVP décrites dans la littérature (voir partie 1, données sur l'OVP). Le taux d'identification des mots est maximal lorsque la fixation est effectuée légèrement à gauche du centre du mot, et on observe une asymétrie gauche-droite en faveur du début du mot. Cependant, le modèle ne reproduit pas l'effet de longueur pourtant habituel. Néanmoins, Le fait que le modèle retrouve avec nos mots les formes des courbes classiques prouve que les courbes atypiques observées chez nos participants dyslexiques ne sont pas dues à des caractéristiques particulières des mots choisis.

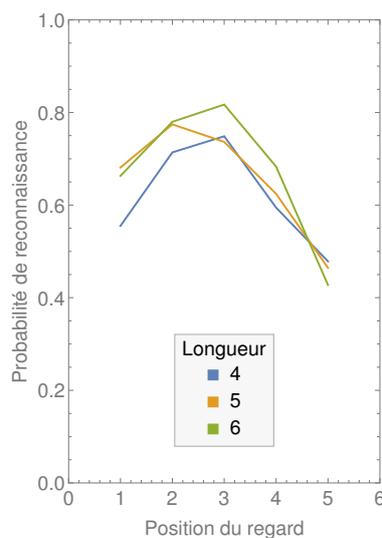


Figure P : courbes obtenues par la modèle BRAID en utilisant les mots du protocole.

b. Simulations des courbes d'OVP avec le modèle BRAID avec une réduction de l'empan visuo-attentionnel

Les paramètres attentionnels du modèle BRAID ont été modifiés de façon à simuler un empan visuo-attentionnel réduit (comme chez les dyslexiques avec un trouble de l'empan visuo-attentionnel). De nouvelles simulations utilisant les mots de l'expérience comportementale ont ensuite été effectuées mais en gardant l'attention alignée sur le point de fixation comme dans les simulations habituelles (voir Figure Q)

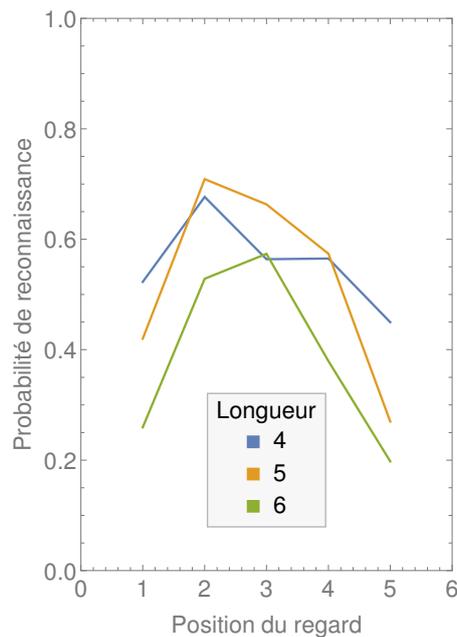


Figure Q : courbes obtenues par le modèle BRAID lorsque l'empan visuo-attentionnel réduit, pour les quatre longueurs de mot choisies.

Les courbes générées par le modèle BRAID avec déficit de l'empan VA se caractérisent, pour les longueurs 5 et 6, par une identification optimale lorsque la fixation porte sur le milieu du mot et une baisse de performances très nette et quasi symétrique dès que la fixation est décalée à la droite ou à la gauche du milieu du mot. Pour la longueur 4, la courbe obtenue s'apparentent aux courbes en V inversé décrites dans certaines études chez les sujets dyslexiques (position 2, 3 et 4), mais ne reproduit pas l'avantage en fin de mot observé chez nos participants dyslexiques.

c. Simulations avec le modèle BRAID et déplacement de l'attention

Pour cette simulation, on garde les valeurs par défaut d'empan VA qui caractérisent le modèle « normal » mais on déplace l'attention d'une lettre à gauche du point de fixation (voir Figure R).

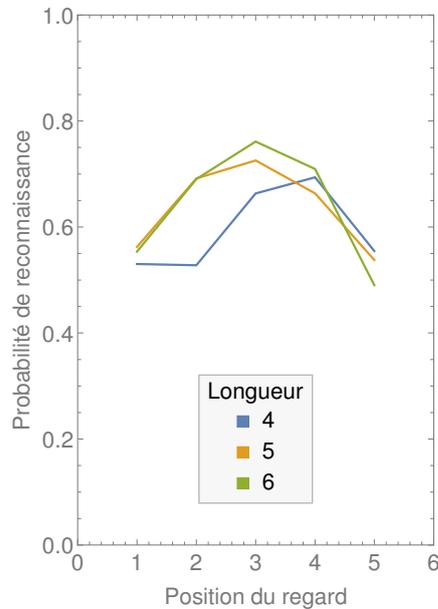


Figure R : simulations avec le modèle BRAID avec un empan VA « normal » et un déplacement de l'attention d'une lettre à gauche du point de fixation.

Les courbes générées par le modèle BRAID avec un déplacement attentionnel sur la gauche du point de fixation se caractérisent par une identification optimale lorsque la fixation est centrale sur le stimulus et des performances symétriques pour les positions extrêmes. Ces courbes ne correspondent à rien de décrit dans la littérature.

d. Simulations avec le modèle BRAID et à la fois une réduction de l'empan et un déplacement de l'attention.

Pour cette simulation on combine les deux modifications, on réduit la taille de l'empan comme dans la simulation décrite en b et à décale le centre de l'attention d'une lettre sur la gauche du point de fixation, comme dans la simulation décrite en c (voir Figure S).

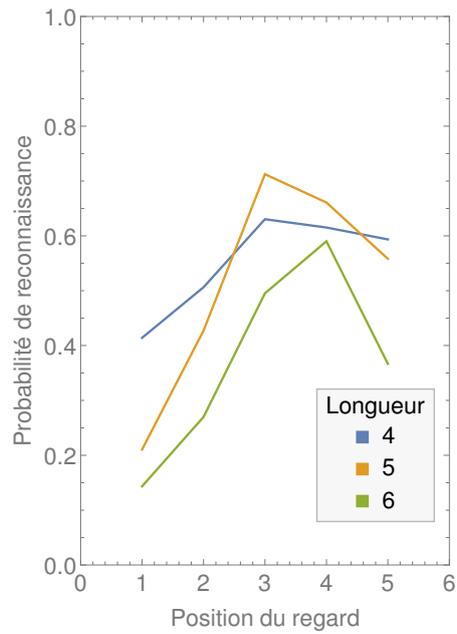


Figure S: courbes obtenues par le modèle BRAID avec un empan réduit et un déplacement attentionnel d'une lettre à gauche du point de fixation.

Les courbes générées par le modèle sont alors très similaires à celles obtenues chez les participants. On voit notamment que la position optimale du regard est alors observée lors de fixations vers la fin du mot contrairement à l'avantage en début de mot qui caractérise les normo-lecteurs.

Partie 4 : Discussion et conclusion

1. Résumé des principaux résultats

Les courbes d'OVP obtenues chez les participants dyslexiques de notre étude sont très fortement atypiques comparativement aux courbes classiques observées chez les normo-lecteurs. De manière générale, on constate une asymétrie gauche/droite reflétant un taux maximal d'identification lorsque la fixation porte sur la fin des mots contrairement à l'asymétrie droite/gauche décrite chez les normo-lecteurs adultes et enfants dans la littérature, notamment par Aghababian et Nazir (2000), ou Ducrot et collaborateurs (2003).

Des courbes OVP de forme variable sont obtenues lors des simulations selon les paramètres du modèle BRAID. Lorsque le modèle BRAID est utilisé de manière classique (comme un normo-lecteur), qu'on lui demande de lire les mots utilisés pour le protocole et qu'on mesure ses courbes d'OVP, on retrouve les courbes « classiques » d'OVP. Cela signifie que les courbes atypiques obtenues par les participants dyslexiques, ne viennent pas du choix des mots utilisés. Les mots de 4, 5 et 6 lettres sélectionnés dans Manulex et EOLE permettent de retrouver les courbes d'OVP classiques des normo-lecteurs.

Pour tester l'hypothèse d'un lien entre les courbes observées expérimentalement et un trouble de l'empan visuo-attentionnel, le modèle a été utilisé en réduisant l'empan visuo-attentionnel, comme chez les dyslexiques avec un trouble de l'empan visuo-attentionnel, tout en gardant l'attention alignée sur le point de fixation. Cette modification n'a pas permis de simuler nos résultats. Les courbes générées par le modèle se caractérisent par un V inversé tel que décrit chez certains dyslexiques dans la littérature. C'est l'utilisation de BRAID en déplaçant l'attention d'une lettre vers la gauche qui a permis de retrouver l'asymétrie gauche/droite observée chez les patients, ce qui suggère que les participants dyslexiques auraient une attention légèrement décalée vers la gauche.

a. Discussion des points importants

i. Les courbes asymétriques

Les courbes asymétriques retrouvées chez nos participants dyslexiques de CM1, CM2 et 6^{ème} ne ressemblent pas à celles déjà décrites dans la littérature puisqu'on ne retrouve pas les courbes en V inversé d'Aghababian et Nazir (2000) chez les faibles lecteurs, ni les courbes plus plates mais symétriques de Ducrot et al. (2003) pour les dyslexiques, ni les mêmes formes de

courbes que dans l'étude de cas de Dubois et al. (2007), le cas de « M.T », sujet dyslexique, pour lequel on retrouvait des courbes en dessous des normo-lecteurs mais qui conservaient une asymétrie droite/gauche. On ne retrouve pas non plus les courbes des normo-lecteurs, où les mots sont mieux lus lorsque le point de fixation induit se situe légèrement à gauche du point de fixation. Toutefois, nos courbes ressemblent à celles de l'étude de cas de Montant et al. (Montant, Nazir, & Poncet, 1998), qui mesurait les performances en OVP d'un patient cérébrolésé, le patient « C.P ». Le patient C.P, un patient de 52 ans, présentait une alexie pure aussi appelée alexie « lettre à lettre », il lisait donc les mots très lentement (plus les mots sont longs, plus le temps de lecture est long, et avait des difficultés à reconnaître les mots écrits, ce qui est typique d'une alexie pure, l'alexie pure étant le résultat d'une lésion dans la région temporo-occipitale droite). Le paradigme classique d'OVP a été utilisé pour mesurer ses performances. Le patient est capable comme les normo-lecteurs de reconnaître les mots en une seule fixation, il montre un fort effet de fréquence mais la forme de ses courbes d'OVP étaient atypiques. En effet, ses résultats en OVP montraient une asymétrie droite/gauche puisque C.P était meilleur en reconnaissance de mots lorsqu'il fixait la partie droite, donc la fin, des mots (cf. Figure T).

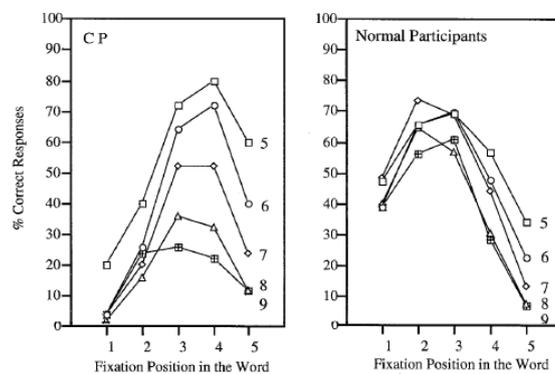


Figure T : les performances de C.P (Montant et al., 1998) en OVP avec des mots de 5 à 9 lettres en fonction de la position optimale du regard dans le mot (entre 1 et 5)

Les courbes de C.P ressemblent aux courbes des participants de notre étude, puisqu'il présente la même asymétrie. C.P montrait donc une différence dans sa capacité à identifier les lettres dans le champ visuel droit ou gauche. Son processus d'identification de lettres est altéré dans le champ visuel droit. Pour les auteurs, si la performance est optimale quand la fixation est à la fin du mot, cela signifie que le mot est mieux reconnu quand il est présenté dans le champ visuel gauche. Inversement, les faibles performances observées pour un point de fixation en début de mot signifient que le mot est très mal identifié quand il est présenté à droite du point

de fixation (dans le champ visuel droit). On peut traduire cela en disant que l'identification est facilitée dans le champ visuel gauche et difficile dans le champ visuel droit.

ii. Le lien *entre l'empan visuo-attentionnel et l'OVP*

Dans ce protocole, nous nous attendions, comme le suggéraient nos hypothèses, à retrouver un lien entre la taille de l'empan et les résultats en OVP : en effet, un empan visuo-attentionnel réduit aurait pu être corrélé avec de faibles résultats en OVP. Mais cette corrélation n'a été observée ni au niveau comportemental, ni dans les simulations dans BRAID. Lorsque le modèle BRAID lit les mots du protocole avec un empan visuo-attentionnel réduit dans la tâche d'OVP, on retrouve les courbes atypiques d'OVP décrites chez certains dyslexiques dans la littérature mais ces courbes sont très différentes de celles observées chez nos participants. Cela ne signifie pas qu'il n'y a aucun rapport entre l'empan visuo-attentionnel et les courbes atypiques retrouvées en OVP, mais seulement que la taille réduite de l'empan visuo-attentionnel ne peut pas justifier l'asymétrie droite/gauche observée chez les participants de notre protocole.

iii. Les simulations dans BRAID

Les simulations dans BRAID permettent de reproduire une asymétrie droite/gauche lorsqu'on fait l'hypothèse d'un décalage attentionnel vers la gauche par rapport au point de fixation (décalage vers la gauche d'une lettre) accompagné d'une réduction de l'empan. Les courbes obtenues par BRAID avec ces changements sont assez fidèles aux courbes obtenues par les participants (longueur 5 et 6). Cela suggère que l'attention serait réduite et plutôt orientée vers la gauche, dans l'hémichamp visuel gauche, chez nos participants. Ce biais attentionnel gauche est inattendu et plutôt intéressant. En effet, aucune donnée de la littérature ne démontre cela. Au contraire, les données recueillies dans les épreuves de déplacement attentionnel donnent un avantage pour l'hémichamp visuel droit (Facoetti et al., 2006 ; Valdois, 2014 « Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique? », dans ANAE).

2. Limites de l'étude et perspectives

a. Les limites de l'étude

Concernant les limites de l'étude, on peut évoquer le nombre de sujets : en effet, 24 sujets ont été retenus pour la tâche d'OVP, ce qui ne permet pas d'avoir assez des données pour chaque point de fixation dans chaque mot (certains points de fixations dans un mot ont été vus très peu de fois). Cependant, la durée du protocole (2 heures par sujet, sans compter les temps de trajet), ne m'a pas permis de voir plus de sujets.

De plus, la variabilité inter-individuelle est importante. Cela s'explique par la diversité des profils des enfants dyslexiques, mais aussi par les différentes prises en charge et axes de

rééducation qui ont été entrepris lors de la prise en charge orthophonique. Cette variabilité inter-individuelle s'exprime dans toutes les épreuves que ce soit les scores en vitesse de lecture, aux épreuves phonologiques, aux épreuves d'empan visuo-attentionnel et aux épreuves d'OVP. Concernant les épreuves d'OVP, la variabilité inter-individuelle ne permet pas de mettre en valeur de tendances nettes pour les courbes puisque certains sujets sont très au-dessus ou au-dessous des différentes moyennes.

Il nous a fallu également, pour la première fois, trouver des indicateurs en OVP avec lesquels corrélérer l'empan visuo-attentionnel : nous avons choisi le minimum et le maximum de chaque courbe, la différence entre la dernière et la première position, et le Z-score de l'empan visuo-attentionnel composite, le report partiel et le report global, mais d'autres investigations sont nécessaires afin de mieux caractériser le lien possible entre l'empan visuo-attentionnel et les courbes d'OVP particulières des sujets dyslexiques.

b. Perspectives de l'étude

Concernant les perspectives de cette étude, il faudrait avoir plus de sujets pour avoir plus de points de fixation pour chaque mot car le nombre restreint n'a pas permis d'avoir chaque position pour chaque mot en quantité suffisante. L'idéal serait de continuer à faire passer ce protocole l'année prochaine à des enfants dyslexiques de CM1, CM2 ou 6^{ème}, afin de voir si l'on obtient encore les courbes asymétriques droite/gauche et si une tendance majeure prend plus forme que dans les résultats de ce protocole.

Il pourrait également être intéressant de continuer à faire passer ce protocole en utilisant la même liste de mots, mais en en créant une deuxième qui utiliserait des mots peu fréquents : est-ce que l'on retrouverait ces mêmes courbes avec l'asymétrie inversée avec des mots peu fréquents ?

L'application de cette étude en orthophonie n'est pas directe, cependant, elle montre qu'il faut être vigilants aux aspects visuo-attentionnels dans la dyslexie, qui peuvent être altérés. Il faudra d'autres études pour mieux comprendre les courbes d'OVP des enfants dyslexiques, et le lien possible même s'il n'a pas été établi ici avec l'empan visuo-attentionnel, afin de pouvoir mettre en place des outils d'évaluation et de remédiation de ces troubles.

3. Conclusion

La mise en place de ce protocole avait pour but d'observer la forme des courbes d'OVP des enfants dyslexiques, de mesurer un lien éventuel avec l'empan visuo-attentionnel et de simuler les résultats dans un modèle computationnel de lecture nouveau, le modèle BRAID. Afin de caractériser et d'homogénéiser notre population d'étude, tous les participants ont passé une épreuve de vitesse de lecture, des épreuves phonologiques, des épreuves mesurant leur empan visuo-attentionnel, et des épreuves d'OVP, conçues pour ce protocole. Les hypothèses formulées étaient que les participants dyslexiques devaient présenter des courbes d'OVP atypiques, qu'un lien devait être présent entre l'empan visuo-attentionnel et les courbes d'OVP (un empan visuo-attentionnel réduit et de faibles performances en OVP) et que les résultats de nos participants pouvaient être simulés par le modèle BRAID. Les résultats de cette étude montrent en effet que les enfants dyslexiques présentent des courbes atypiques. Les courbes que nous trouvons ne sont pas les courbes décrites auparavant dans la littérature. Seule une étude de cas de Montant, Nazir, & Poncet, 1998, mesurant les performances en OVP d'un patient adulte cérébrolésé présente la même forme de courbe que celles trouvées chez nos participants. Le modèle BRAID a réussi à simuler les performances en OVP d'un normo-lecteur avec les mots de notre protocole, ce qui nous assure que les formes atypiques de nos courbes ne proviennent pas des stimuli choisis. Pour retrouver les courbes expérimentales, nous avons manipulé la taille de l'empan visuo-attentionnel en le réduisant, ainsi que la position de l'attention en la décalant sur la gauche du point de fixation. Séparément, ces deux modifications n'ont pas permis de reproduire les données comportementales, mais lorsqu'elles sont appliquées conjointement, les courbes obtenues par le modèle sont très ressemblantes à celles de notre protocole. D'autres investigations sont nécessaires sur le sujet. En augmentant le nombre de participants on augmenterait la puissance des tests statistiques ainsi que le nombre de points de fixation pour chaque position de mots. Cependant, les courbes atypiques obtenues et l'hypothèse d'un déficit attentionnel accompagné d'un décalage sont des pistes très intéressantes. Il est nécessaire de mieux comprendre le fonctionnement de la vision et de l'attention chez les dyslexiques présentant un déficit visuo-attentionnel afin de pouvoir, par la suite, leur proposer des outils de bilans et de rééducation adaptés.

Bibliographie

A Vision of Reading - ScienceDirect. (s. d.). Consulté 21 mai 2018, à l'adresse

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661315003137>

Aghababian, V., & Nazir, T. A. (2000). Developing normal reading skills: aspects of the visual processes underlying word recognition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 76(2), 123-150. <https://doi.org/10.1006/jecp.1999.2540>

Aide a la classification avec la CIM 10 (+PMSI). (s. d.). Consulté 9 août 2017, à l'adresse

<http://taurus.unine.ch/icd10?select=2369>

Albaret, J.-M., Barry, I., Biotteau, M., & Entretiens de médecine physique et de réadaptation. (2017).

Dyslexies développementales: évidences et nouveautés. (Y. Chaix, S. Valdois, M. Habib, & Entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelles, Éd.). Montpellier, France: Sauramps médical.

Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). A connectionist multiple-trace memory model for polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105(4), 678-723.

<https://doi.org/10.1037//0033-295X.105.4.678-723>

Bosse, M.-L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198-230.

<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.05.009>

Casalis, S., Colé, P., & Sopo, D. (2004). Morphological awareness in developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 54(1), 114-138.

Casalis, S., Parriaud, F. B., Cavalli, E., Chaix, Y., Colé, P., Leloup, G., ... Zoubinetzky, R. (2018). *Les dyslexies.* Elsevier Health Sciences.

Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47(2), 149-180.

Coello, Y., & Casalis, S. (2005). *Vision, espace et cognition: fonctionnement normal et pathologique.* Presses Univ. Septentrion.

CogniSciences | Outils | BALE. (s. d.). Consulté 12 avril 2018, à l'adresse

<http://www.cognisciences.com/accueil/outils/article/bale>

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, *108*(1), 204-256.

Cortical networks for vision and language in dyslexic and normal children of variable socio-economic status. - PubMed - NCBI. (s. d.). Consulté 25 avril 2018, à l'adresse

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22387166>

Dehaene, S. (s. d.). Mécanismes cérébraux de la lecture, 24.

DSM-5 Educational Resources. (s. d.). Consulté 9 août 2017, à l'adresse

<https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm/educational-resources>

Dubois, M., De Micheaux, P. L., Noël, M.-P., & Valdois, S. (2007). Preorthographical constraints on visual word recognition: evidence from a case study of developmental surface dyslexia.

Cognitive Neuropsychology, *24*(6), 623-660. <https://doi.org/10.1080/02643290701617330>

Ducrot, S., Lété, B., Sprenger-Charolles, L., Pynte, J., & Billard, C. (2003). The Optimal Viewing Position Effect in Beginning and Dyslexic Readers. *Current Psychology Letters. Behaviour, Brain & Cognition*, (10, Vol. 1, 2003). Consulté à l'adresse <http://cpl.revues.org/99>

Consulté à l'adresse <http://cpl.revues.org/99>

Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., Paganoni, P., ... Mascetti, G. G. (2006).

The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, *23*(6), 841-855.

<https://doi.org/10.1080/02643290500483090>

How the brain encodes the order of letters in a printed word: The SERIOL model and selective

literature review | SpringerLink. (s. d.). Consulté 10 mai 2018, à l'adresse

<https://link.springer.com/article/10.3758/BF03196158>

Levy-Sebbag, H. (2001). *Les troubles métaphonologiques et visuo-attentionnels dans les dyslexies développementales*. Lyon, France.

- Lexical decision in children: sublexical processing or lexical search? - PubMed - NCBI. (s. d.). Consulté 26 avril 2018, à l'adresse <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22489669>
- Lobier, M. A., Peyrin, C., Pichat, C., Le Bas, J.-F., & Valdois, S. (2014). Visual processing of multiple elements in the dyslexic brain: evidence for a superior parietal dysfunction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 479. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00479>
- Lobier, M., Zoubinetzky, R., & Valdois, S. (2012). The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 48(6), 768-773. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.09.003>
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9>
- MANULEX: A grade-level lexical database from French elementary school readers | SpringerLink. (s. d.). Consulté 12 avril 2018, à l'adresse <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03195560>
- McConkie, G. W., Kerr, P. W., Reddix, M. D., & Zola, D. (1988). Eye movement control during reading: I. The location of initial eye fixations on words. *Vision Research*, 28(10), 1107-1118.
- médicale (Inserm), I. national de la santé et de la recherche. (2009). La Dyslexie [Video]. Consulté 9 août 2017, à l'adresse <http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/138>
- Montant, M., Nazir, T. A., & Poncet, M. (1998). PURE ALEXIA AND THE VIEWING POSITION EFFECT IN PRINTED WORDS. *Cognitive Neuropsychology*, 15(1-2), 93-140. <https://doi.org/10.1080/026432998381230>
- Nazir, T. A., & Jacobs, A. M. (1991). The effects of target discriminability and retinal eccentricity on saccade latencies: an analysis in terms of variable-criterion theory. *Psychological Research*, 53(4), 281-289.
- O'Regan, J. K., & Jacobs, A. M. (1992). Optimal viewing position effect in word recognition: A challenge to current theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(1), 185-197. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.1.185>

- Phénix, T., Diard, J., & Valdois, S. (2016). Les modèles computationnels de lecture. In *Traité de neurolinguistique* (p. 167-182). Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01420329>
- Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique? (s. d.). Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/profile/Sylviane_Valdois/publication/287262622_What_do_we_understand_by_attentional_disorder_in_the_context_of_dyslexia/links/56eff66808ae2f8ad7f85c6.pdf
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, *89*(1), 60-94.
- Sanké, B. (2017). *Les dyslexies-dysorthographies*. PUQ.
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., Béchennec, D., & Serniclaes, W. (2003). Development of phonological and orthographic processing in reading aloud, in silent reading, and in spelling: a four-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *84*(3), 194-217.
- Test ALOUETTE-R TEST D'ANALYSE DE LA LECTURE ET DE LA DYSLEXIE - Psychologie clinique - ECPA. (s. d.). Consulté 25 avril 2018, à l'adresse <https://www.ecpa.fr/psychologie-clinique/test.asp?id=1470>
- The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: Impact of the visual attention span - ScienceDirect. (s. d.). Consulté 20 mai 2018, à l'adresse <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004269890700260X>
- Valdois, S., Colé, P., & David, D. (2004). *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales: de la théorie à la pratique orthophonique et pédagogique*. Marseille, France: Solal.
- Van Hout, A., & Estienne, F. (2001). *Les dyslexies: décrire, évaluer, expliquer, traiter*. Paris, France: Masson, impr. 2001.

- Vitu, F., McConkie, G. W., Kerr, P., & O'Regan, J. K. (2001). Fixation location effects on fixation durations during reading: an inverted optimal viewing position effect. *Vision Research*, *41*(25-26), 3513-3533.
- Ziegler, J. C., Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario, F.-X., & Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition*, *107*(1), 151-178. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.09.004>
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading Across Languages: A Psycholinguistic Grain Size Theory. *Psychological Bulletin*, *131*(1), 3-29. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3>

Annexes

N°	Sexe	classe	Dg	posé par :	BNP/QI	troubles associés	LM	Bilinguisme	Vue	Audition	Latéralité	Trouble phono initial	Trouble du lg initial	empan déjà testé?	Jeux vidéos?	
1	M	CM2	2016	orthophoniste	à venir	TDA	FR	non	corrigée	lunettes de fatigue	normale	droitier	oui	non mais manque voc	non	oui Minecraft
2	F	CM2	2016	orthophoniste	BNP	dyscalculie	FR	non	corrigée	?	normale	droitier	non	compréhension -	non	
3	M	CM1	2016	orthophoniste	BNP/QI	précocité? Hp?	FR	non	normale	X	normale	droitier	oui +++	oui	non	oui 3DS Pokémon soleil
4	M	6e	2017	orthophoniste	BNP/QI	HP / dyspraxie	FR	non	normale	X	normale	droitier	non	non	non	
5	F	CM1	2017	orthophoniste	non	non	FR	non	corrigés	lunettes de fatigue	normale	droitier	oui	temps de latence ++	non	
6	F	CM1	2006	orthophoniste	non	dyscalculie	FR	non	corrigés	?	normale	droitier	oui	non	non	
7	F	CM1	2016	orthophoniste	oui	dysphasie?	FR	non	corrigés	lunettes de fatigue	normale	gaucher	oui	oui	non	oui
8	M	CM1	2017	orthophoniste	à venir	dyscalculie/ TDA?	FR	non	corrigés		normale	droitier	oui	gros trouble du voc	non	
9	F	CM1	2016	orthophoniste	oui	dysphasie	FR	non	corrigés	lunettes de fatigue	normale	droitier	oui +++	oui+++	non	
10	M	CM1	2017	orthophoniste	à venir	HP?	FR	non	normale	X	normale	droitier	oui	trouble d'articulation	non	oui Minecraft
11	M	CM1	2017	orthophoniste	non	non	FR	non	normale	X	normale	droitier	oui	non	non	
12	M	6e	2014	orthophoniste	non	non	FR	non	normale	X	normale	droitier	oui +++	non	non	oui Minecraft
13	M	CM2	2016	orthophoniste	non	non	FR	non	normale	X	normale	droitier	oui +++	oui	non	
14	F	CM1	2017	orthophoniste	non	non	FR	non	corrigés		normale	droitier	oui	non	non	
16	M	6e	2016	orthophoniste	non	non	FR	non	corrigée	myopie ++	normale	droitier	oui +++	non	non	
16	M	6e	2017	orthophoniste	non	non	FR	non	normale	X	normale	droitier	oui	non	non	
17	M	6e	2013	orthophoniste	non	attention labile	FR	non	normale	X	normale	gaucher	oui	non	non	
18	F	6e	?	orthophoniste	oui QI	non	FR	non	corrigée	hypermétrope (pou) a fait 12 séances d'orthoptie en ccl	normale	droitier	non	non	non	Oui : Wii (danse, sports...)
19	F	CM1	2016	orthophoniste	oui QI	non	FR	non	corrigée	hypermétrope	normale	droitier	non	non	non	Oui : Minecraft, Mario, DS : Mario et Pokémon
20	F	CM2	2016	orthophoniste	pay scol	non	FR	non	corrigée	myopie	normale	droitier	oui	non	non	Non mais tablette : Skype, Internet
21	F	6e	2016	orthophoniste	non	non	FR	non	corrigée	lunettes de fatigue	normale	droitier	oui	oui (LO, voc +)	non	
22	M	CM1	2016	orthophoniste	non	HP?	FR	non	corrigée		normale	droitier	oui	non	non	Oui : Minecraft +++ et Mario Kraft
23	M	CM2	2017	orthophoniste	oui QI	non	FR	non	corrigée	hypermétrope. A fait de l'orthoptie	normale	gaucher	oui	non	non	Oui : Call of Duty, Mario Kart 7, Farm it, Minecraft, jeux de basket et de Formule 1
24	M	CM1	2017	orthophoniste	non	non	FR	non	corrigés		normale	droitier	oui	non	non	Oui : tablette (basket, foot, Mario)
25	M	CM1	2017	orthophoniste	non	dyscalculie	FR	non	corrigée		normale	droitier	oui	oui	non	NON
26	F	6e	2017	orthophoniste	non	non	FR	non	corrigés		normale	droitier	oui	non	non	Facebook, Snapchat, Call of Duty rarement
27	M	CM2	2016	orthophoniste	oui QI BNP	dyspraxie	FR	non	corrigée	lunettes de fatigue	normale	droitier	oui	oui	non	

Annexe I : recueil de données des participants

1.1 Niveau de lecture : lecture de texte 1

⌚ 1 minute

Monsieur Petit

C'est l'histoire de Monsieur Petit qui vit dans une vieille maison située au cœur d'un	15
vieux village. La maison est entourée d'un jardin avec une barrière ; il y a des	30
concombres, des choux frisés, toutes sortes de légumes. Au fond du jardin, le portillon	44
reste toujours fermé pour que Chien à Puces ne s'échappe pas. Chien à Puces aime se	60
coucher près de la poubelle, à l'ombre d'un oranger couvert de fruits délicieux. Chien	74
à Puces est gourmand, il croque tout ce qui lui passe sous la dent : des oranges	90
pourries qui tombent sur le sol, des fleurs fanées, un morceau de buvard... Un jour,	105
Monsieur Petit décide de mettre Chien à Puces dans une niche. Chien à Puces n'aime	120
pas être enfermé, il préfère s'endormir en regardant les étoiles dans le ciel. Toutes les	135
nuits, il aboie quand Monsieur Petit va se coucher. Monsieur Petit décide de dormir	149
dans le grenier de sa jolie maison pour prendre un peu de repos. Il ne trouve plus le	167
sommeil ! Une nuit d'insomnie, hop ! Il saute du lit et ouvre la grande malle qui se	183
trouve devant lui, dans un coin sombre du grenier. Et là, surprise, toute sa vie, qu'il	199
pensait sans histoire, lui revient en mémoire : Il sort les mouchoirs brodés par sa	213
grand-mère, ses petites dents de lait, son pot de chambre ébréché, une tête de poisson	228
séché, un sac plein de billes, une montre qui fait tic, tac, tic, tac, son carnet de notes,	246
un bout de lacet, son vieux transistor à pile. C'est fou comme tous ces souvenirs se	262
bousculent dans sa tête et il ne peut retenir ses larmes d'émotion, sa vie n'est pas sans	279
histoire. Il se souvient exactement de la voix du présentateur météo : « Le temps va	293
s'améliorer demain en début de matinée sur notre région, ciel chargé, l'après-midi », il	306
se rappelle les vieilles publicités : « AMA et la saleté s'en va », « On a toujours	320
besoin de petits pois chez soi ». Les premières lumières du jour pénètrent par la petite	335
fenêtre du grenier. Il est au cœur de ses souvenirs, quand son réveil sonne : dring,	350
dring, dring.	352

3.5 Fusion des premiers phonèmes : ☹(CM2) Score/10
Temps :

	Réponse		Réponse
Photo artistique (FA)		Cher Auguste (CHO)	
Chien accroupi (CHA)		Gant épais (GUE)	
Débé ourson (BOU)		Cousin infernal (KIN)	
Tortue enlevée (TEN)		Gentil invité (JIN)	
Bell oiseau (BOI)		Grave entorse (GAN)	

3.6 Identification de la consonne initiale : Score/10 :

Bateau	<u>Pinceau</u>	Bison	
Râteau	Raisin	<u>Livre</u>	
<u>Zèbre</u>	Singe	Serpent	
<u>Chaise</u>	Girafe	Jupe	
Doigt	Domino	<u>Tout</u>	
Garçon	Grue	<u>Camion</u>	
Drapeau	<u>Tigre</u>	Dix	
Phoque	Fraise	<u>Vache</u>	
Brouette	<u>Roue</u>	Bouche	
<u>Rond</u>	Trompette	Tortue	

3.7 Segmentation phonémique :

Score/8 :

J—OU—ET

F—AIM

CH—AT

S—ŒU—R

R—OND

Z—É—R—O

C—O—LL

L—IT

3.8 Suppression du phonème ☺ (CM2)

initial : **Score/10 :**

Temps :

final : **Score/10 :**

Temps :

PHONÈME INITIAL	Réponse attendue	Réponse donnée	PHONÈME FINAL	Réponse attendue	Réponse donnée
CANE	ane		CANON	cane	
DUVERT	vert		POMMEAU	pome	
BRAME	rame		ORANGER	orange	
FLOU	lou		CHARME	char	
DRAINE	réne		CANAL	cana	
ONDINE	dine		GOUTER	goute	
CLOS	lo		PRISER	priz	
TROU	rou		VENTRU	ventre	
PLI	li		SOCLE	soc	
PROSE	roz		LASSER	lasse	

3.9 Repérage des formes phonémiques : **Score/8 :**

[CH]	chapeau	machine	sujet
[T]	talon	rideau	dortoir
[P]	lapin	problème	balai
[F]	filet	livret	coffret
[S]	trousse	slalom	base-ball

Annexe II : les épreuves de vitesse de lecture et de phonologie utilisées pour le protocole (source : BALE – Cognisciences)

APPARIEMENT DES ITEMS (cibles=20 + familiarization=5) = 25							
Item	Mot de 4 lettres	EOLE	Fréquence	Mot de 5 lettres	EOLE	Fréquence	Mot de 6 lettres
1	fois	80-93-97	1022,2	chien	95-100-96	883,35	enfant
2	yeux	81-80-85	713,72	monde	95-95-97	589,76	maison
3	pied	83-92-94	567,55	place	98-97-98	561,7	cheval
4	soir	94-100-87	481,59	porte	94-100-100	554,54	parent
5	gens	63-75-83	327,61	train	94-100-96	326,97	minute
6	mois	89-100-95	244,38	table	92-98-95	301,49	nombre
7	dent	97-96-94	212,5	sujet	90-98-98	233,62	voyage
8	ours	93-78-92	209,72	conte	93-100-79	225,18	course
9	pain	100-98-90	196,74	carte	87-91-98	217,19	argent
10	film	81-89-87	177,91	image	92-93-89	199,63	prince
11	peau	83-93-100	162,41	oncle	81-82-79	165,55	diable
12	dame	83-94-97	161,86	repas	81-93-98	163,34	parole
13	joie	87-92-90	156,19	fruit	81-92-100	160,81	droite
14	lune	90-100-100	149,49	grand	93-100-96	160,38	bouche
15	lait	94-100-98	146,7	glace	83-86-95	156,05	renard
16	prix	92-100-96	144,83	sable	80-89-91	146,25	marche
17	aile	76-86-95	142,44	bande	88-89-97	141,64	plante
18	dieu	93-84-78	137,45	lapin	100-100-100	138,78	gauche
19	note	82-94-97	118,08	poule	96-94-100	135,01	navire
20	face	83-92-100	113,19	corde	96-93-100	111,5	voleur
21	robe	98-85-90	110,43	voile	93-87-85	111,02	cahier
22	mort	98-95-100	105,58	boule	97-93-97	106,46	cirque
23	port	79-91-100	102,37	sport	92-92-94	102,48	danger
24	bain	77-75-81	94,6	froid	77-98-100	92,44	nature
25	pont	93-98-100	89,97	foule	88-87-100	89,77	police

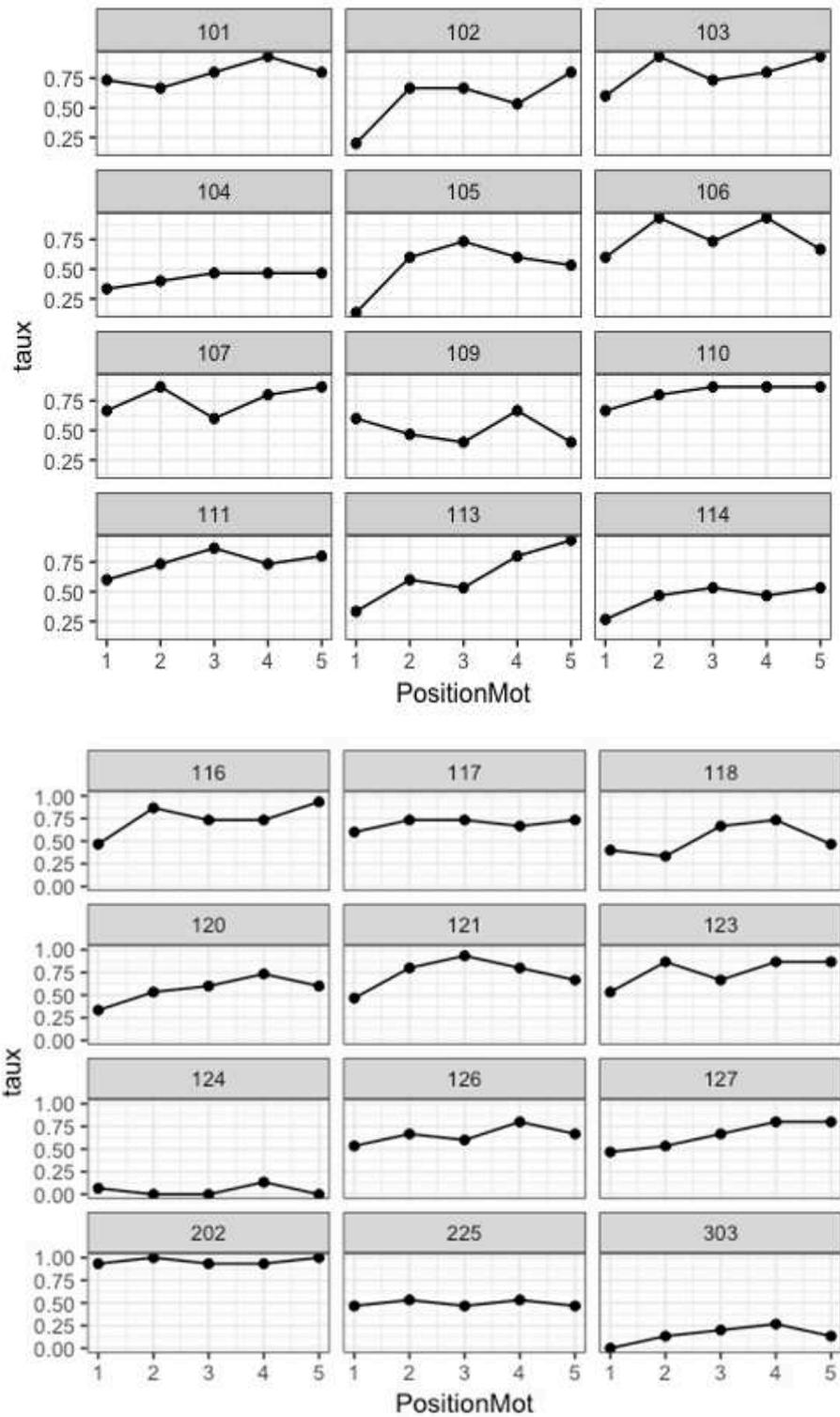
		MOYENNES de fréquence						
EOLE	Fréquence	4	5	6	% acquisition orthog CE2-CM1-CM2			
97-95-100	1239,51	1022,20	883,35	1239,51				
100-92-100	878	867,96	736,56	1058,76	4L	5L	6L	
85-94-99	493,27	767,82	678,27	870,26	CE2	86,76	90,24	89,88
85-98-100	302,18	696,27	647,34	728,24	CM1	91,2	93,88	94,04
96-97-83	240,68	622,53	583,26	630,73	CM2	93,04	95,12	95,96
90-93-95	239,41	559,51	536,30	565,51				
84-95-100	219,45	509,94	493,06	516,07				
88-94-96	194,16	472,41	459,58	475,83				
84-91-90	237,92	441,78	432,64	449,40				
90-86-92	185,62	415,39	409,34	423,02				
87-93-96	141,25	392,39	387,18	397,40				
82-88-94	159,11	373,18	368,53	377,55				
92-100-95	137,92	356,49	352,55	359,11				
100-95-100	163,48	341,71	338,82	345,14				
97-95-95	128,91	328,70	326,64	330,72				
98-100-100	127,83	317,21	315,36	318,04				
91-93-100	126,16	306,93	305,14	306,76				
100-100-95	125,44	297,52	295,90	296,68				
76-94-86	118,04	288,07	287,43	287,28				
78-77-95	114,13	279,33	278,64	278,62				
85-100-100	106,38	271,29	270,66	270,42				
90-100-100	105,1	263,75	263,19	262,91				
86-85-88	104,25	256,74	256,20	256,01				
86-98-100	95,82	249,98	249,38	249,33				
100-98-100	88,46	243,58	243,00	242,90				

Les 20 mots de 5 lettres utilisés pour la tâche d'estimation			
Item	Mots	Longueur (5)	Fréquence (Manulex) par million (U)
1	arbre	5	518,35
2	livre	5	503,01
3	matin	5	449,8
4	petit	5	409,24
5	ordre	5	408,17
6	route	5	371,67
7	fleur	5	340,57
8	ligne	5	312,7
9	forme	5	309,34
10	titre	5	258,79
11	liste	5	220,44
12	sorte	5	196,8
13	pluie	5	196,59
14	force	5	188,67
15	hiver	5	185,67
16	nuage	5	160,69
17	poche	5	134,52
18	vieux	5	133,89
19	rouge	5	132,6
20	doute	5	128,52
		Moyenne :	278,0015

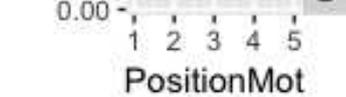
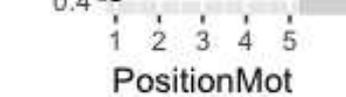
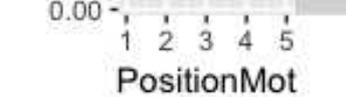
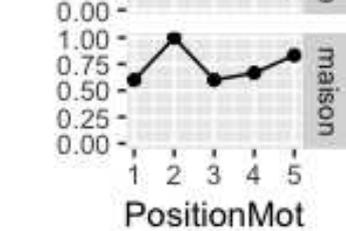
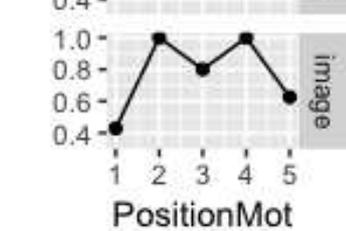
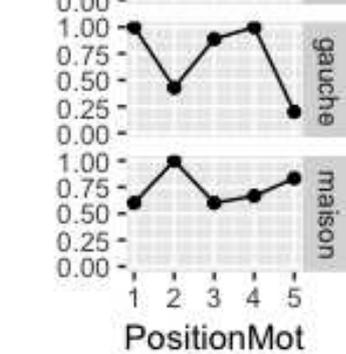
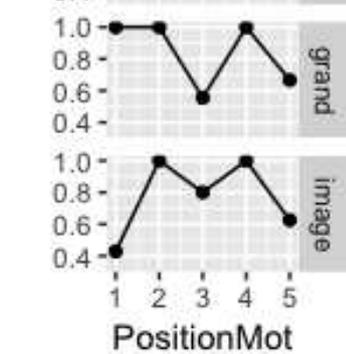
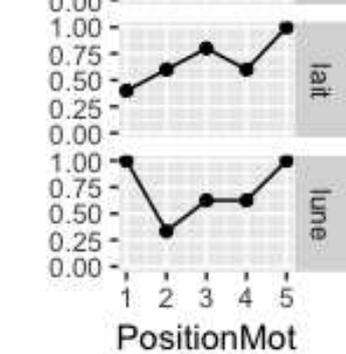
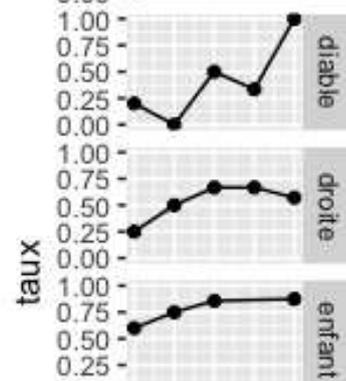
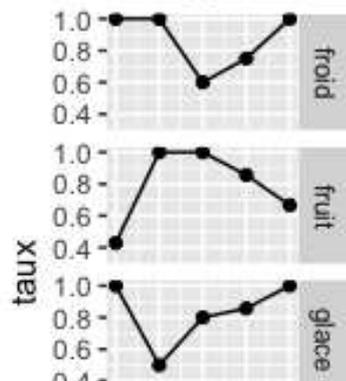
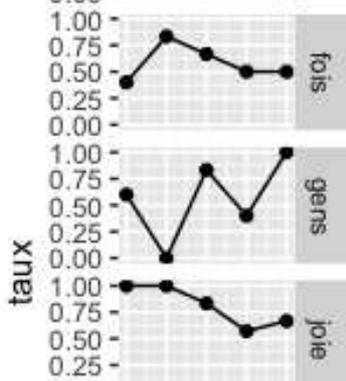
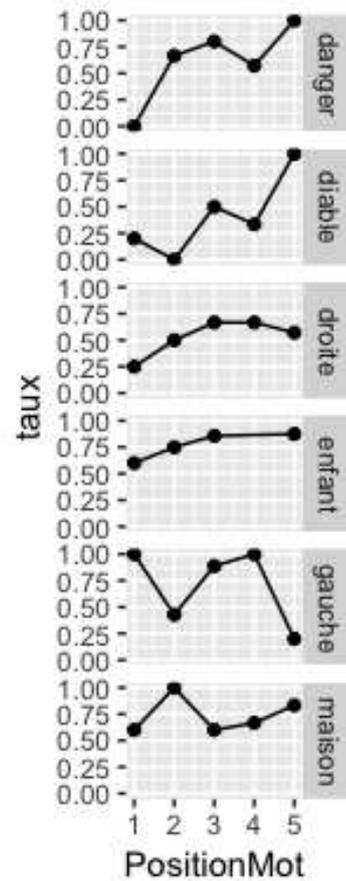
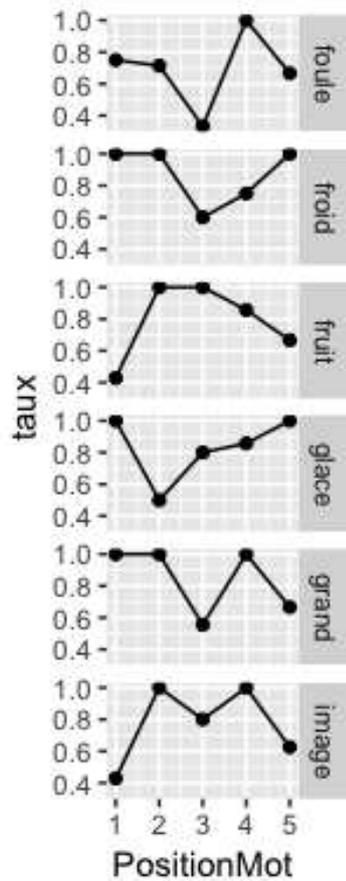
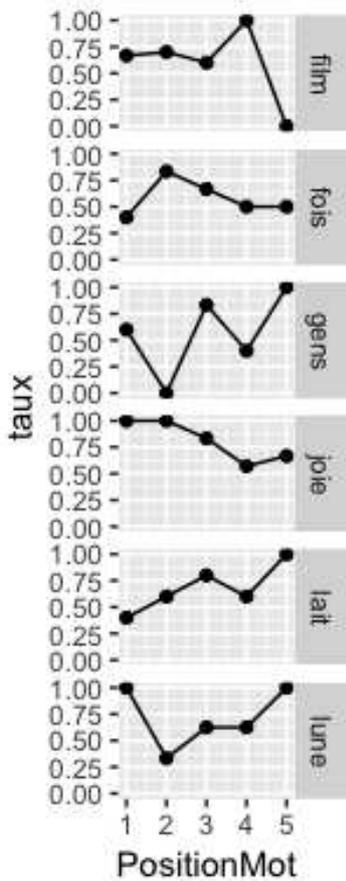
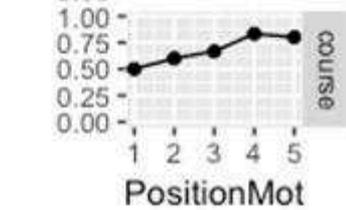
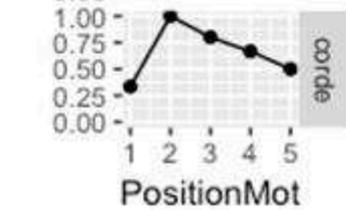
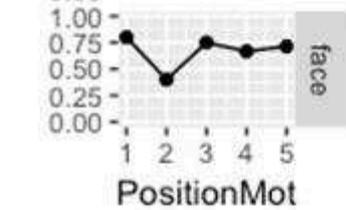
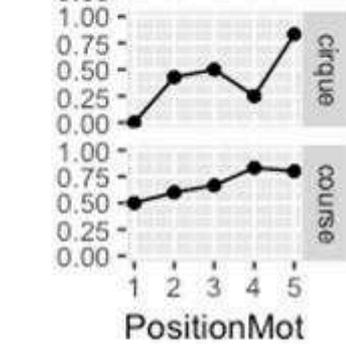
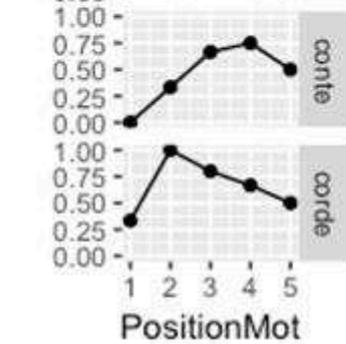
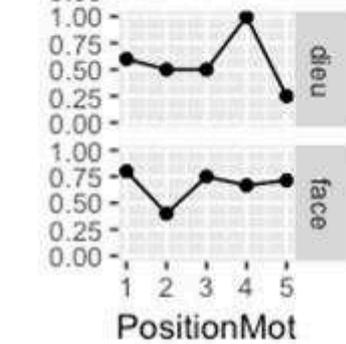
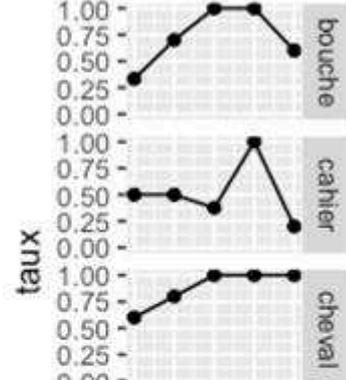
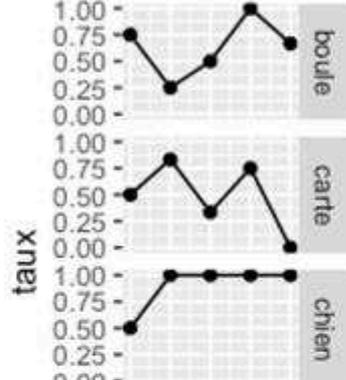
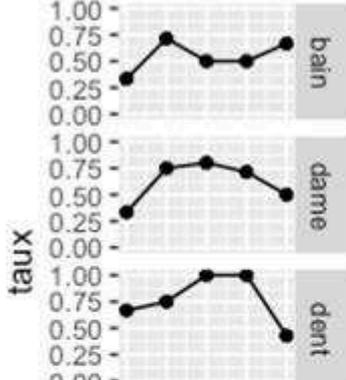
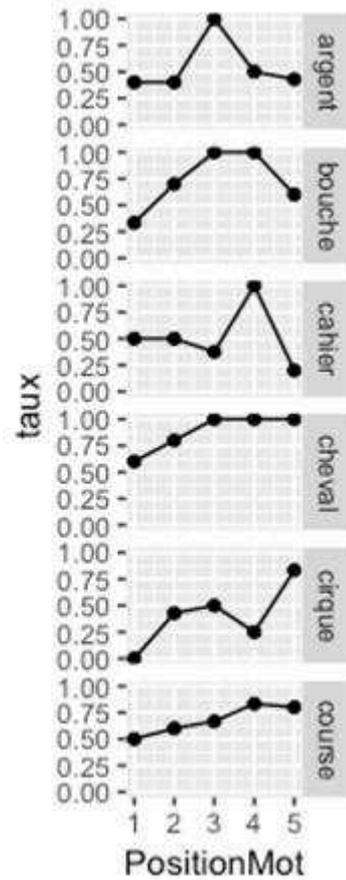
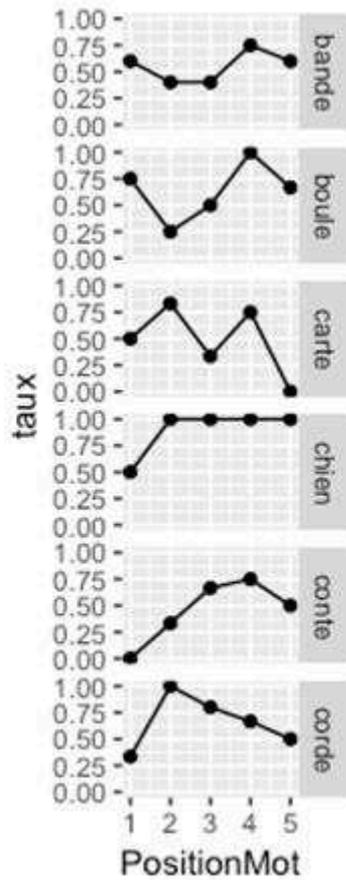
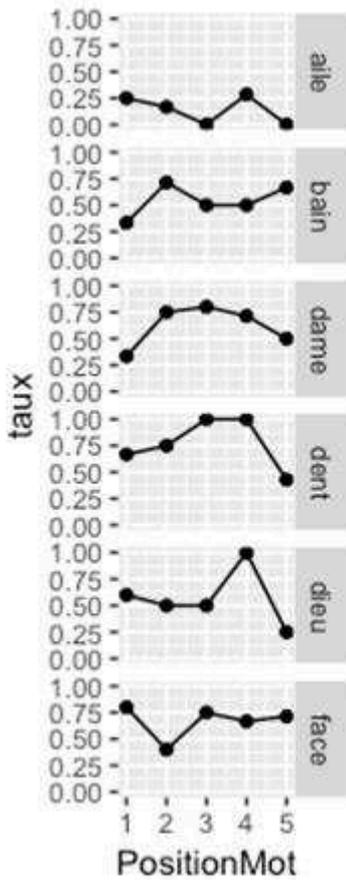
Annexe III : Le choix des stimuli (appariement en fréquence dans Manulex en fréquence par million et dans EOLE pour un taux d'acquisition orthographique supérieur à 60% en CE2, CM1 et CM2).

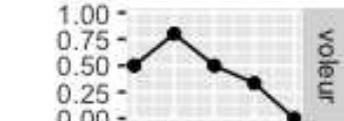
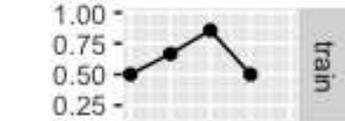
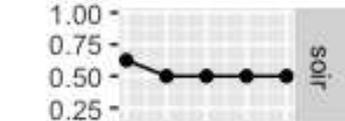
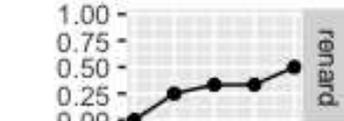
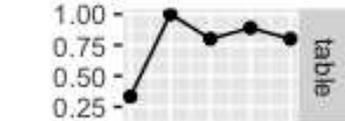
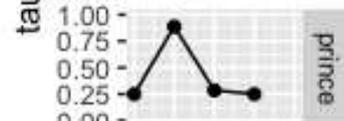
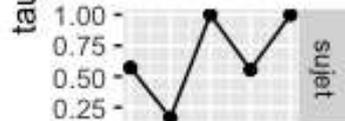
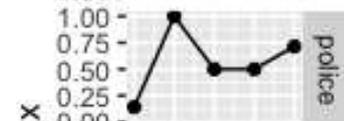
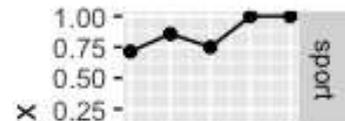
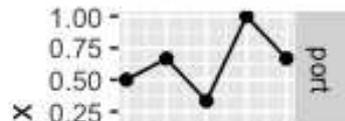
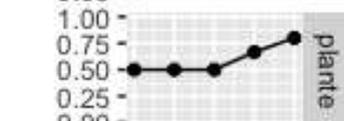
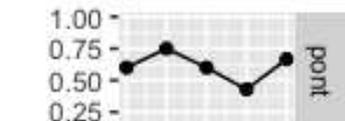
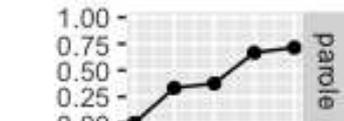
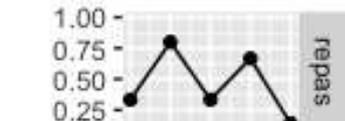
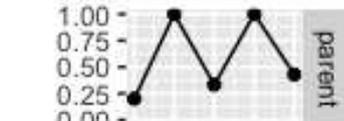
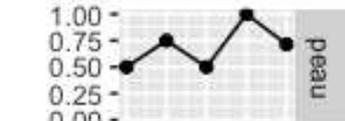
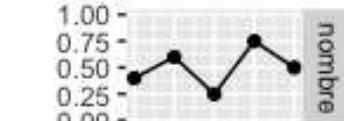
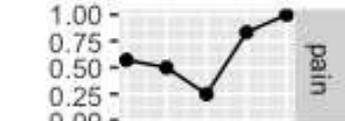
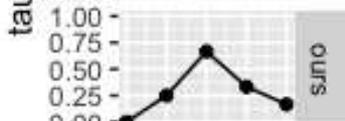
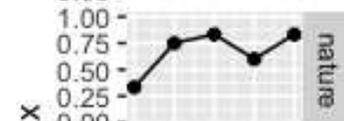
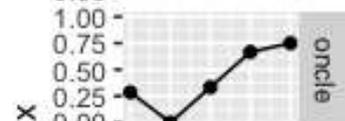
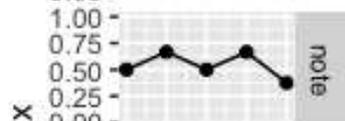
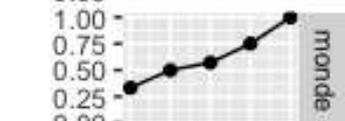
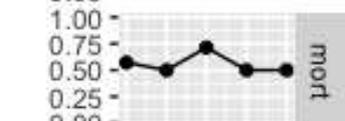
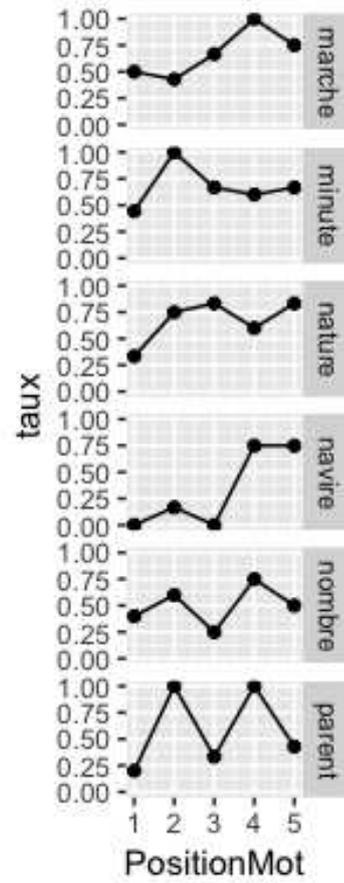
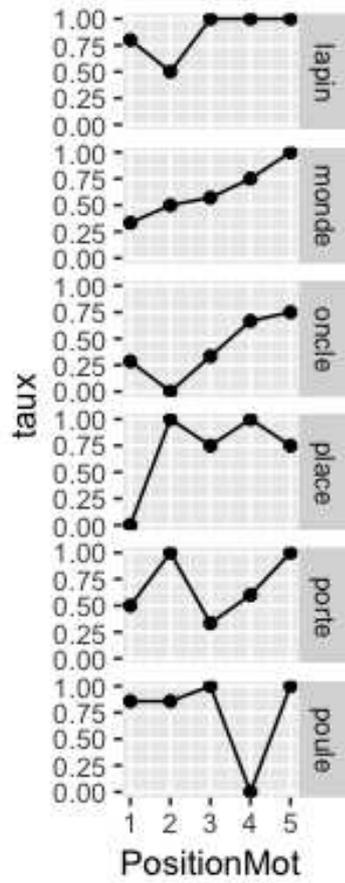
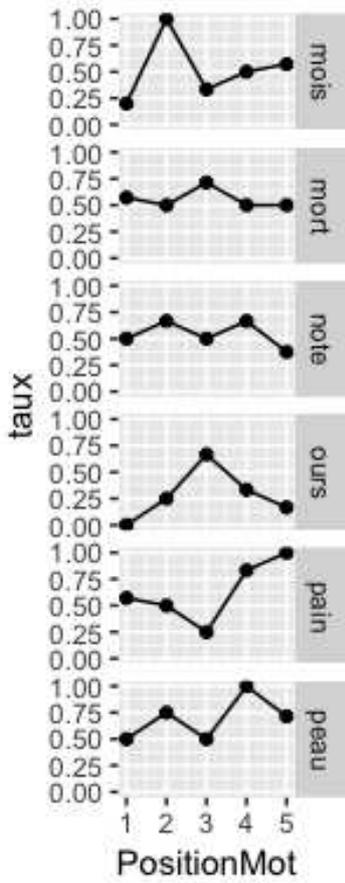
Classe	Vitesse de lecture		EPRUVES PHONOLOGIQUES													EMPAN VISUO-ATTENTIONNEL					POSITION OPTIMALE DU REGARD D'IMP										
	Vitesse de lecture M.L.M	Vitesse de lecture (SD)	Fusion des 1ers phonèmes /10	Fusion des 1ers phonèmes (SD)	temps (secondes)	temps (SD)	Identificat° consonne initiale score /10	Identificat° consonne initiale (SD)	Identificat° consonne initiale temps (secs)	Segmentat° phonémique /8	Segmentat° phonémique (SD)	Segmentat° phonémique temps (secs)	Segmentat° phonémique (SD)	Suppres° du phonème initial /10	Suppres° du phonème initial (SD)	Suppres° du phonème initial temps (secs)	Suppres° du phonème final /10	Suppres° du phonème final (SD)	Suppres° du phonème final temps (secs)	Représent° des formes phonémiques /7	Représent° des formes phonémiques (SD)	Représent° des formes phonémiques temps (secs)	report global /x f° âge	empan global /x	seuil de lettres en ms	empan partiel /x	repart partiel /x f° âge	E.V.A composite	seuil de mots	Mots de 4 lettres % réussite	Mots de 5 lettres % réussite
Poncteur 1	CM2	91	-1,6	9	0,6	74	0,4	10	0,8	88	6	-0,6	60	9	0,6	38	3	-2	48	6	0,6	52	76/100	3,8/6	84/160 ms	4,3/6	43/60	4,0/6	166	68%	
Poncteur 2	CM2	109	-0,3	8	0,1	78	0,2	8	-0,6	88	0	-3,8	72	7	-0,3	44	8	0	52	4	-0,9	63	82/100	4,1/6	67/160 ms	4,2/6	42/60	4,1/6	66	40%	
Poncteur 3	CM1	60	-1,7	9	0,6	79	*	4	-2,4	90	3	-1,3	43	4	-1,6	46	3	-1,6	45	3	-0,9	59	61/100	3,06/6	84/160 ms	4,0/6	40/60	3,5/3	160	72%	
Poncteur 4	6ce	102	-1,1	10	1,1	75	0,3	4	-3	85	4	-1,3	42	7	-0,3	46	9	0,6	56	3	-2,3	49	96/144	4,0/6	60/160 ms	6,68/6	67/72	4,7/9	83	10%	
Poncteur 5	CM1	65	-1,6	4	-1,6	150	*	6	-1,3	94	4	-0,8	45	2	-2,2	57	8	0,3	40	4	-0,9	51	66/100	2,8/6	67/160 ms	3,9/60	39/60	3,3/6	166	68%	
Poncteur 6	CM1	62	-1,4	10	0,9	95	*	6	-1,9	104	4	-0,8	57	3	-1,6	84	0	-2,6	113	3	-2,3	132	84/100	3,2/6	60/160 ms	4/6	40/60	3,6	83	80%	
Poncteur 7	CM1	98	-0,6	9	0,6	120	*	6	-1,3	105	3	-1,3	72	7	-0,3	65	0	-2,6	69	2	-3,7	96	88/100	3,4/6	67/160 ms	4,2/6	42/60	3,8	83	56%	
Poncteur 8	CM1	76	-0,9	9	0,8	73	*	9	0,3	81	4	-0,8	42	8	0,1	48	9	0,6	51	6	0,6	53	83/100	4,16/6	60/160 ms	4,7/6	47/60	4,4/3	33	8%	
Poncteur 9	CM1	38	-2,4	6	-0,8	130	*	3	-3	162	3	-1,3	59	3	-1,8	77	6	-0,8	42	2	-3,7	86	61/100	2,66/6	60/160 ms	3,4/6	34/60	2,98	183	56%	
Poncteur 10	CM1	60	-1,4	5	-1,2	89	*	8	-0,2	84	6	0,3	56	4	-1,6	67	6	-0,8	60	4	-0,9	50	76/100	3,76/6	67/160 ms	4,7/6	47/60	4,22	160	84%	
Poncteur 11	CM1	60	-1,4	4	-1,6	196	*	8	-0,2	116	6	0,3	77	3	-1,8	89	2	-1,9	108	4	-0,9	76	67/100	3,36/6	60/160 ms	3,9/6	39/60	3,63	66	72%	
Poncteur 12	6ce	166	0,6	2	-2,9	95	-0,3	5	-2,4	65	3	-1,9	55	3	-2,9	31	1	-2,9	42	3	-2,3	52	86/144	3,68/6	33/160 ms	6/6	60/72	4,29	133	96%	
Poncteur 13	CM2	84	-1,7	9	0,6	91	-0,2	9	0,1	66	6	-0,6	34	8	0,1	48	7	-0,4	47	1	-5,1	50	74/100	3,7/6	60/160 ms	3,8/6	38/60	3,75	133	60%	
Poncteur 14	CM1	61	-2	7	-0,4	106	*	7	-0,8	116	6	-0,6	40	7	-0,3	53	6	-0,6	63	6	0,6	49	67/100	3,36/6	60/160 ms	4,6/6	46/60	3,98	116	40%	
Poncteur 16	6ce	63	-2,4	9	0,6	69	0,5	9	0,1	65	3	-1,9	85	4	-1,6	48	8	0	36	4	-0,9	50	89/144	3,71/6	60/160 ms	4,42/6	63/72	4,06	166	76%	
Poncteur 17	6ce	68	-2,2	9	0,6	61	0,8	10	0,8	77	7	0,6	45	10	0,9	38	30	0,9	43	4	-0,9	44	78/144	3,26/6	33/160 ms	4,17/6	60/72	3,71	166	84%	
Poncteur 18	6ce	63	-2,7	9	0,6	79	0,2	10	0,8	60	6	-0,6	34	9	0,6	44	4	-1,6	52	4	-0,9	55	69/144	2,88/6	67/160 ms	5,6/6	66/72	4,19	133	60%	
Poncteur 19	CM1	29	-2,7	8	0	98	*	6	-1,3	46	6	-0,3	40	7	-0,3	49	7	-0,1	80	4	-0,9	46	68/100	2,9/6	67/160 ms	3,8/6	38/60	3,35	200	20%	
Poncteur 20	CM2	49	-2,8	9	0,6	102	-0,5	7	-1,1	94	6	-0,6	40	4	-1,6	45	3	-2	84	3	-2,3	59	60/100	3/6	67/160 ms	4,6/6	46/60	3,75	133	52%	
Poncteur 21	6ce	104	-1,1	1	-3,4	85	0	4	-3	61	4	-1,3	30	9	0,6	45	8	0	52	2	-3,7	50	74/144	3,08/6	60/160 ms	3,67/6	44/72	3,38		0%	
Poncteur 22	CM1	30	-2,6	10	0,9	95	*	10	0,9	90	7	0,8	40	10	0,8	44	10	1	84	6	0,6	56	66/100	2,76/6	84/160 ms	4,4/6	44/60	3,58	200	0%	
Poncteur 23	CM2	69	-1,6	8	0,1	110	-0,8	8	-0,6	85	4	-1,3	30	6	-0,7	45	4	-1,6	71	6	0,6	61	86/100	4,3/6	67/160 ms	4,3/6	43/60	4,3			
Poncteur 24	CM1	19	-3	4	-1,6	96	*	7	-0,8		7	0,8		10	0,8	51	7	-0,1	47	4	-0,9	56	100	2,76/6	84/160 ms	3,2/6	32/60	2,98			
Poncteur 25	6ce	66	-1,6	6	-0,8	74	*	8	-0,2		6	0,3		6	-1,1	56	3	-1,6	116	6	0,6	68	100	2,9/6	67/160 ms	4/6	40/60	3,45	133	48%	
Poncteur 26	6ce	66	-2,3	7	-0,4	123	-1,2	7	-1,1		6	0		3	-1,9	62	10	0,9	66	6	0,6	78	144	3,26/6	67/160 ms	4,42/6	63/72	3,83	100	56%	
Poncteur 27	CM2	70	-2,2	6	-1,4	104	-0,6	7	0,6		8	0,9		10	0,9		8	0		6	4,9	66	100	2,76/6	4,8/6	48/60	3,78				
Moyenne		70,65	-1,7	7,154	-0,3	98	-0,1	7,12	-0,8	87,3	4,7	-0,66	49,9	6,269	-0,6	62,5	5,69	-0,7	62,6	3,81	-0,97	60,7					3,80	129,182	55%	63%	54%
Médiane		65,5	-1,7	6	0,1	95	0	7	-0,7	86,5	5	-0,6	44	7	-0,3	48	6,5	-0,5	62	4	-0,9	62,9					3,77	133	58%	72%	58%

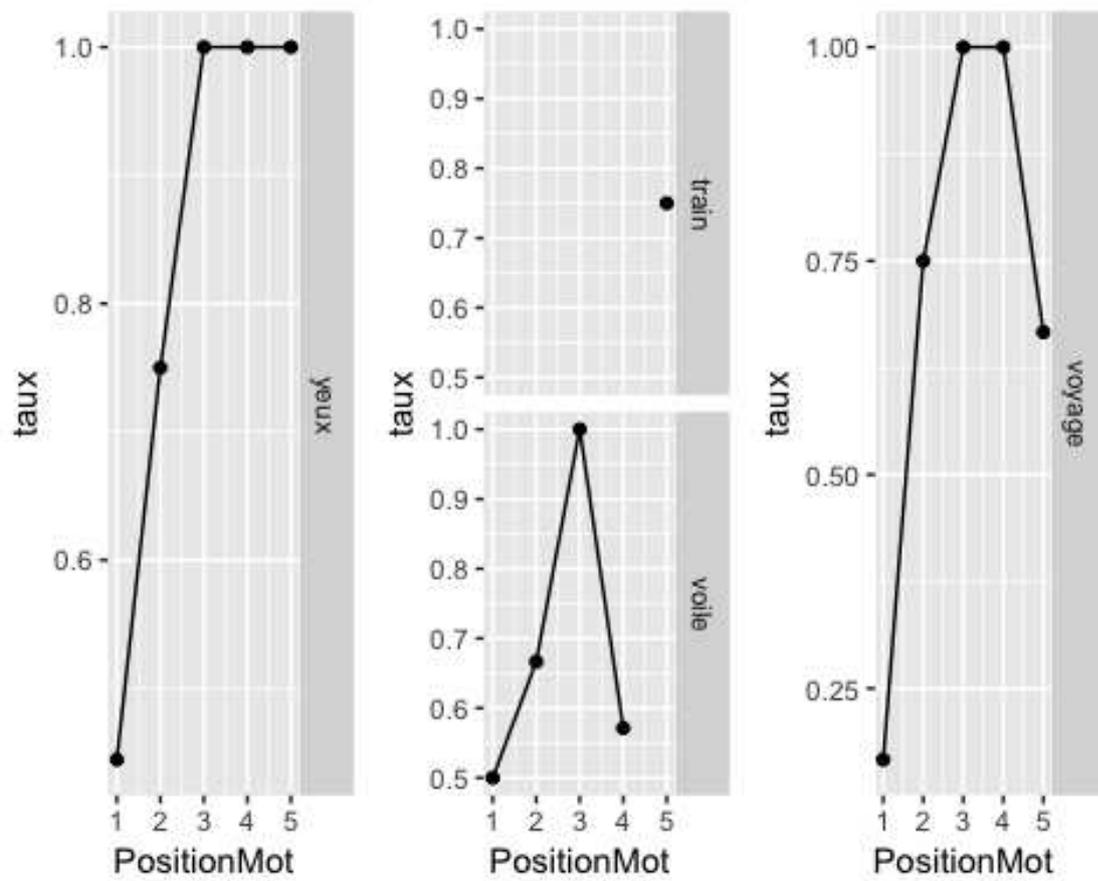
Annexe IV : résultats vitesse de lecture, phonologie, empan visuo-attentionnel et pourcentage de réussite sur la tâche d'OVP pour tous les patients testés.



Annexe V: visualisation des performances moyennes des participants en fonction de la longueur des mots et des différentes positions du regard.







Annexe VI : visualisation des courbes d'OVP superposées de tous les participants sélectionnés pour chaque mot.

RESUME

La performance en identification de mots isolés varie selon la position de la fixation au moment de la lecture. Un mot est mieux identifié lorsque la fixation se situe à gauche du milieu du mot. Les courbes d'identification ont une forme en J inversé. Les rares études menées en contexte dyslexique, montrent des courbes atypiques en V inversé. L'objectif du mémoire était d'étudier l'effet de position du regard et tester l'hypothèse d'un lien entre ces courbes et les capacités visuo-attentionnelle des enfants dyslexiques. Un modèle computationnel de reconnaissance de mots a été utilisé afin de simuler les résultats obtenus. Vingt-sept dyslexiques de 9 à 11 ans ont été recrutés. Pour créer l'épreuve d'effet de position du regard des listes de mots de 4, 5 et 6 lettres ont été appariées en fréquence et les mots divisés en 5 zones de fixation qui était ensuite aléatoirement alignées sur le point de fixation. Les mots étaient présentés en temps limité et le taux d'identification correcte selon la position a été utilisé pour construire les courbes d'identification. Les résultats montrent que l'identification des mots est optimale chez les dyslexiques lorsque la zone fixée est située en fin de mots. Aucune corrélation significative avec l'empan visuo-attentionnel n'a été trouvée. Une simulation des courbes observées chez nos participants est obtenue dans BRAID en décalant la focalisation de l'attention à la gauche du point de fixation. Les simulations suggèrent donc que les dyslexiques pourraient présenter un biais attentionnel vers le champ visuel gauche. Ce résultat est intéressant car un déplacement de l'attention vers la gauche chez les dyslexiques n'a jamais été décrit dans la littérature.

ABSTRACT

Performance in single word identification varies depending on the position of the fixation at the time of reading. A word is best identified when the fixation is to the left of the middle of the word. The identification curves have an inverted J-shape. The rare studies conducted in dyslexic context, show atypical inverted V curves. The objective of the thesis was to study the effect of gaze position and test the hypothesis of a link between these curves and the visuo-attentional abilities of dyslexic children. A computational word recognition model was used to simulate the results obtained. Twenty-seven dyslexics aged 9 to 11 were recruited. To create the gaze position effect test lists of 4, 5 and 6 letters were matched in frequency and the words divided into 5 fixing zones which were then randomly aligned on the fixing point. The words were presented in limited time and the correct identification rate according to position was used to construct the identification curves. The results show that word identification is optimal in dyslexics when the fixed area is at the end of words. No significant correlation with visuo-attentional span was found. A simulation of the curves observed in our participants is obtained in BRAID by shifting the focus of attention to the left of the fixation point. Simulations therefore suggest that dyslexics may have an attentional bias towards the left visual field. This result is interesting because a shift of attention to the left in dyslexics has never been described in literature.

Les mots-clés : dyslexie développementale – reconnaissance de mots – attention – modèle computationnel de lecture – empan visuo-attentionnel – modélisation bayésienne – effet de position du regard dans le mot

Key words : developmental dyslexia - word recognition - attention - computational reading model - visual attentional span - bayesian modeling – optimal viewing position