

MEMOIRE

En vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste
présenté par

Julie MARRAST

soumis au jury en juin 2020

La dyslexie développementale : implication des déficits phonologique et visuo-attentionnel dans les troubles de lecture chez l'adulte

MÉMOIRE dirigé par

Mme **Lucie MACCHI**, maître de conférences, laboratoire STL, Université de Lille

Mme **Gwendoline MAHE**, maître de conférences, laboratoire SCAlab, Université de Lille

Lille – 2020

Remerciements

À mes directrices de mémoire, Mesdames Macchi et Mahé, pour leur expertise, leur disponibilité et leur implication à toute heure.

Aux BVEH de l'Université de Lille et au CPSU de l'Université Catholique de Lille qui ont relayé nos demandes.

À tous les participants qui ont donné de leur temps avec beaucoup de bienveillance. Nos échanges ont rendu la fin de mon cursus bien plus enrichissante que ce que je pouvais imaginer.

À Anne au sourire si grand et à sa classe de 6^e, votre enthousiasme pour ce projet m'a redonné de l'espoir.

À mes maîtres de stage, Amandine et Elodie, pour leur gentillesse, leur bonne humeur et le partage de leurs expériences.

À mes envoyés très spéciaux qui ont relayé mes annonces pour que ce projet prenne vie. Votre solidarité m'a permis d'ouvrir de nombreuses portes.

À Astrid, ma « partenaire » de mémoire, pour son aide et nos partages de coups de stress et de petites victoires.

À mes parents «M»erveilleux, los de qui cau, pour leur dévouement et leurs sacrifices, pour leur présence discrète et leurs jeux de mots en toutes circonstances, mais surtout pour leur amour inestimable. Merci d'avoir cru en moi à chaque instant.

À mes trésors du Nord et à leurs sourires. Merci du plus profond de mon cœur d'avoir apporté autant de soleil dans les journées grises, merci pour les rires et les partages dans le calme comme dans la tempête.

À mes amis aux quatre coins de la France pour leur présence et leur amitié, même à distance.

À Océane qui est une constante dans ma vie et qui veille sur moi. Merci d'avoir été à mes côtés à chaque étape, avec tant de générosité, des concours jusqu'à la réalisation de mon mémoire.

À Jordan de m'avoir supportée dans tous les sens du terme et de m'avoir soutenue dans les moments difficiles.

Last but not least, merci infiniment à ma sœur d'être un modèle si inspirant depuis toujours. Merci pour tout ce que tu m'apportes, pour les conseils, les rires, ta présence et notre complicité. Grâce à toi, je vois l'horizon briller.

À vous tous, MERCI.

Résumé

Bien que l'origine phonologique de la dyslexie développementale soit largement acceptée dans la littérature scientifique, des hypothèses visuo-attentionnelles émergent. Parmi elles, celle d'un déficit de l'empan visuo-attentionnel (EVA). L'EVA représente la quantité d'éléments visuels distincts pouvant être traités simultanément lors d'une fixation oculaire (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007). Toutefois, la théorie d'un déficit de l'EVA reste contestée. Dans cette étude, nous tentons de vérifier, chez des étudiants dyslexiques, l'existence d'un déficit d'EVA et son lien avec les compétences phonologiques. À l'aide d'une tâche d'EVA en contexte langagier et non langagier, d'épreuves de lecture et de phonologie nous avons comparé les performances d'étudiants dyslexiques à celles d'individus contrôles appariés sur l'âge et le niveau de lecture. Les étudiants dyslexiques obtiennent des résultats plus faibles que les étudiants normo-lecteurs à la tâche d'EVA en contexte langagier et il existe des corrélations entre la tâche d'EVA en contexte langagier et certaines compétences phonologiques. En revanche, aucune différence n'est observée entre les performances des étudiants dyslexiques et celles des étudiants normo-lecteurs à la tâche d'EVA en contexte non langagier. Ces analyses soutiennent une origine purement phonologique des difficultés d'empan visuo-attentionnel et s'opposent à l'origine visuo-attentionnelle.

Mots-clés : Dyslexie développementale – Empan visuo-attentionnel – Déficit phonologique – Etudiant.

Abstract

Although the phonological origin of developmental dyslexia is widely accepted amongst the scientific literature, visual attentional hypotheses are emerging. One in particular is that of a visual attention span deficit (VAS) which refers to the number of distinct visual elements that can be treated simultaneously during ocular fixation (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007). However, this visual attentional theory remains contested. In this study, we attempt to verify, the existence among dyslexic students of an VAS deficit and its relationship with phonological skills. Throughout the use of a VAS task in linguistic and non-linguistic contexts, and of reading and phonology tests, we compared the performance of dyslexic students with that of age and reading level-matched controls. The results show that dyslexic students scored lower than normal-reader students on the VAS task in linguistic modality and that there are correlations between the VAS Letters task and some phonological skills. On the other hand, no difference has been observed between the performance of dyslexic and normal-reader students on the VAS task in the non-linguistic modality. These analyses argue that there is a unique phonological origin of visual attentional span difficulties as opposed to the visual attentional origin theory.

Keywords : Developmental dyslexia – Visual attention span – Phonological deficit – Student.

Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique.....	2
1. La dyslexie développementale.....	2
1.1 Définition de la dyslexie.....	2
1.2 Classification des différents types de dyslexie développementale selon le modèle de lecture à deux voies.....	2
1.3. La dyslexie chez l'adulte.....	4
1.3.1 Persistance des difficultés chez l'adulte dyslexique.....	4
1.3.2 Persistance des troubles phonologiques chez l'adulte dyslexique.....	4
2. Les hypothèses explicatives de la dyslexie.....	5
2.1 L'hypothèse d'un trouble phonologique.....	5
2.1.1 La triade phonologique.....	5
2.1.2 Lien causal entre l'atteinte phonologique et la dyslexie.....	6
2.2. Hypothèses alternatives : troubles visuo-attentionnels.....	7
2.2.1 Troubles d'orientation de l'attention et d'inhibition des distracteurs.....	7
2.2.2 Théorie de l'empan visuo-attentionnel (EVA).....	8
Buts et hypothèses.....	10
Méthode.....	11
1. Population.....	11
1.1. Participants.....	11
1.2. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	12
1.3. Recrutement.....	12
2. Matériel.....	12
2.1 Évaluation des capacités en lecture.....	13
2.2 Évaluation des capacités phonologiques.....	13
2.3 Évaluation des capacités visuo-attentionnelles.....	13
2.3.1 Recherche visuelle d'une cible parmi des distracteurs.....	13
2.3.2 Tâche d'empan visuo-attentionnel (EVA).....	14
2.4 Évaluation des capacités intellectuelles.....	14
2.5 Questionnaires.....	15
3. Procédure.....	15
4. Analyse statistique.....	15
Résultats.....	16
1. Appariement des groupes.....	16
2. Lecture et compétences phonologiques.....	17
3. Capacités de recherche visuelle.....	18
4. EVA en modalités langagière et non langagière.....	18
4.1 Exactitude des réponses.....	19
4.2 Temps de réponse.....	20
5. Corrélations entre les compétences visuo-attentionnelles et phonologiques.....	21
Discussion.....	23
1. Synthèse des résultats en regard de nos hypothèses.....	23
1.1. Caractéristiques des groupes sur les tâches de lecture et de phonologie.....	23
1.2. Caractéristiques des groupes sur la tâche d'EVA.....	24
1.3. Mise en relation de nos résultats et de nos hypothèses.....	24
2. Synthèse des résultats en regard de la littérature.....	25
3. Limites et pistes d'amélioration.....	26
3.1. Biais de sélection.....	26
3.2. Biais de matériel.....	27
3.3. Biais de mesure.....	28

4. Implications pour la pratique clinique.....	28
Conclusion.....	29
Bibliographie.....	30
Liste des annexes.....	37
Annexe n°1 : Affiche de recrutement des participants contrôles.....	37
Annexe n°2 : Affiche de recrutement des participants dyslexiques.....	37
Annexe n°3 : Lettre d'information pour les étudiants.....	37
Annexe n°4 : Consentement de participation à l'expérience destiné aux étudiants.....	37
Annexe n°5 : Lettre d'information pour les parents.....	37
Annexe n°6 : Consentement de participation destiné aux parents.....	37
Annexe n°7 : Consentement de participation destiné aux enfants.....	37

Introduction

La dyslexie développementale est, selon la *World Health Organization* (2019), un trouble spécifique de l'apprentissage de la lecture qui touche entre 5 et 10 % des enfants de chaque classe d'âge. Elle se caractérise par des difficultés de reconnaissance des mots écrits et un défaut d'automatisation des procédures de lecture, et ce, malgré une intelligence normale, l'absence de troubles sensoriels et/ou psychiatriques et un enseignement scolaire adéquat. C'est un trouble persistant de sévérité variable qui, malgré une prise en charge orthophonique pouvant s'étendre sur plusieurs années, reste présent à l'âge adulte. Les difficultés qui y sont liées peuvent limiter la réussite académique et professionnelle.

De nombreuses recherches (Ramus et al., 2003 ; Ramus & Szenkovits, 2008) ont eu pour objet d'identifier l'origine de ces troubles. L'hypothèse d'un déficit phonologique causé par une atteinte de l'accès aux représentations phonologiques à partir de l'écrit est maintenant largement acceptée. Cependant, des hypothèses alternatives ont été proposées, notamment celle d'un déficit visuo-attentionnel. Selon les théories visuo-attentionnelles, il existerait une altération de l'empan visuo-attentionnel (EVA) indépendamment des troubles phonologiques (Valdois et al., 2011 ; Lassus-Sangosse, N'guyen-Morel, & Valdois, 2008). L'EVA désigne le nombre d'éléments visuels distincts, ou, en lecture, le nombre d'unités orthographiques distinctes pouvant être traitées simultanément lors d'une fixation oculaire (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007). Des travaux suggèrent que certaines personnes dyslexiques présenteraient des déficits phonologiques, des déficits d'EVA ou un double déficit reprenant les deux précédents (Valdois et al., 2003; Peyrin et al., 2012). Cela étant, les tâches classiquement utilisées pour mesurer l'EVA impliquent des processus phonologiques (i.e., report verbal) et reposent sur du matériel verbal (i.e., des lettres). Les troubles d'EVA rapportés dans la dyslexie pourraient donc être confondus avec les déficits phonologiques des personnes dyslexiques.

L'objectif de ce travail de recherche est donc de déterminer si les difficultés d'EVA rapportées dans la dyslexie ont une origine phonologique et/ou visuo-attentionnelle. Pour ce faire, nous comparerons les compétences d'EVA dans un contexte langagier et non langagier, de participants dyslexiques à celles de deux groupes contrôles normo-lecteurs (i.e., l'un apparié sur l'âge, l'autre sur le niveau de lecture). Les données récoltées, associées à celles de deux mémoires précédents (Bourcier, 2019 ; Dumoulin, 2019) permettront d'obtenir des conclusions plus solides sur le plan statistique et d'ouvrir ainsi de nouvelles perspectives de réflexion pour le dépistage, le diagnostic mais également pour la prise en charge de la dyslexie chez l'adulte.

Contexte théorique

1. La dyslexie développementale

1.1 Définition de la dyslexie

Le mot dyslexie vient du grec, « dys » et « lexie » signifiant respectivement « difficulté » et « mot ». La dyslexie développementale est un trouble spécifique et durable de l'acquisition de la lecture. Ces dernières années, elle a été définie plus précisément grâce à l'avancée des sciences cognitives, de la neuropsychologie, et des connaissances sur le développement de l'enfant (Touzin & Vaivre-Douret, 1999). Ainsi, les définitions et les critères diagnostiques varient selon le domaine, les pays, les auteurs et les classifications utilisées.

Dans le DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), la dyslexie fait partie des « Troubles spécifiques d'apprentissage » et requiert la présence de quatre critères : des difficultés dans les apprentissages depuis au moins six mois ; des compétences scolaires ou universitaires en dessous du niveau escompté pour l'âge chronologique de l'individu ; des difficultés d'apprentissage qui se manifestent lorsque les demandes scolaires dépassent les capacités limitées du sujet ; des difficultés d'apprentissage qui ne peuvent pas s'expliquer par un handicap intellectuel ou des troubles sensoriels, neurologiques, mentaux, psychologiques ou par un enseignement inadéquat.

La CIM-11 (World Health Organization, 2019) définit la dyslexie comme « un trouble développemental des apprentissages avec déficience en lecture » s'insérant dans les « Troubles mentaux, comportementaux ou neurodéveloppementaux ». Selon la CIM-11, la dyslexie se caractérise par des difficultés importantes et persistantes de l'acquisition de la lecture non imputables à un trouble du développement intellectuel, à une déficience sensorielle, à un trouble neurologique, à une scolarisation inadéquate ou à une maîtrise insuffisante de la langue d'enseignement scolaire.

Dans la pratique clinique française, les critères diagnostiques majoritairement retenus sont la spécificité (i.e., le trouble de la lecture doit être isolé et ne pas faire partie d'un retard global des apprentissages), la sévérité (i.e., âge de lecture inférieur d'au moins 18 ou 24 mois par rapport à l'âge chronologique ; Casalis, 2004) et la durabilité (i.e., troubles persistants en dépit d'une remédiation). Enfin, le trouble de la lecture ne peut pas être expliqué par un trouble d'ordre sensoriel ou neurologique, une déficience intellectuelle, une scolarité inadaptée ou des troubles psychiatriques.

1.2 Classification des différents types de dyslexie développementale selon le modèle de lecture à deux voies

Les classifications actuelles de la dyslexie se basent sur le modèle de lecture à haute voix DRC « Dual Route Cascaded model » (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). Il suppose l'existence de deux voies de lecture : la voie phonologique et la voie lexicale. La voie

phonologique s'appuie sur l'acquisition des règles de correspondance graphème-phonème et permet de lire des mots nouveaux. C'est la voie privilégiée lors de l'apprentissage de la lecture et la seule voie permettant de lire des pseudo-mots. La voie lexicale, quant à elle, est utilisée pour lire les mots familiers, présents dans le lexique orthographique, et se développe avec l'apprentissage de la lecture. C'est la seule voie permettant de lire correctement des mots irréguliers.

Ce modèle a été proposé suite aux différentes recherches menées sur la dyslexie acquise chez des adultes cérébro-lésés. La dyslexie acquise (ou alexie) se manifeste chez des individus ayant acquis un niveau expert de lecture avant leur accident. Des études de neuropsychologie décrivent des altérations distinctes des deux voies de la lecture suite à des lésions cérébrales. Il a été proposé en conséquence, deux types de dyslexie. Ces deux types de dyslexie acquise ont pu être rapprochés de certains profils d'enfants présentant une dyslexie développementale par la similarité de leurs déficits : la dyslexie phonologique et la dyslexie de surface (Valdois, 2004). La dyslexie phonologique résulterait d'une atteinte de la voie phonologique, tandis que la dyslexie de surface serait la conséquence d'une atteinte de la voie lexicale. La dyslexie phonologique se caractérise par des difficultés en lecture de pseudo-mots avec une préservation relative de la lecture de mots familiers réguliers et de mots irréguliers. La dyslexie de surface, quant à elle, se définit par des difficultés en lecture de mots irréguliers et par une relative conservation des capacités de lecture de mots réguliers peu familiers et de pseudo-mots. Cependant, dans ce même ouvrage, les analyses de groupes et de cas ne permettent pas de mettre en évidence des troubles cognitifs sous-jacents de la dyslexie de surface, remettant en question son existence. L'existence de dyslexies mixtes s'illustrant par des difficultés au niveau des deux voies de lecture a, dans ce cadre, été proposée.

Selon Frith (1985), les deux voies de lecture se développent en plusieurs étapes. Dans un premier temps, le lecteur débutant parvient à reconnaître un nombre restreint de mots écrits en les traitant comme des objets visuels : cela correspond au stade logographique. Ensuite, la procédure phonologique se met en place par l'apprentissage des conversions graphème-phonème. Cette procédure est indispensable au début de l'apprentissage de la lecture étant donné que la majorité des mots écrits sont nouveaux pour le lecteur et que celui-ci ne peut pas s'aider de la forme orthographique, inconnue à ce stade. La mémorisation de la forme lexicale des mots se fait au cours du stade orthographique qui arrive un peu plus tard. Cela correspond à la mise en place de la procédure lexicale. Celle-ci est tributaire du bon fonctionnement de la voie phonologique : elle est le fruit de « l'auto-apprentissage » (Share, 1995). Selon la théorie de l'auto-apprentissage, l'enfant peut mémoriser l'orthographe d'un mot dès lors que l'utilisation du « décodage » est réussie et réitérée ; le lexique orthographique s'élabore alors progressivement. La lecture via la procédure phonologique serait donc une condition indispensable à l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales (Chaves, Bosse, & Lamy, 2010). Ainsi, dans le cadre de la dyslexie développementale, un déficit phonologique pourrait entraver la conversion graphème-phonème et, de ce fait, la constitution du stock lexical orthographique (Bedoin et al., 2010). Cette théorie soutient donc l'existence d'une dyslexie mixte.

1.3. La dyslexie chez l'adulte

1.3.1 Persistance des difficultés chez l'adulte dyslexique

La dyslexie est un trouble neuro-développemental qui implique des mécanismes cognitifs atypiques et perdure, donc, à l'âge adulte. Les travaux effectués auprès d'adultes dyslexiques montrent que de grandes difficultés persistent en langage écrit (Giménez, Luque, Lopez-Zamora & Fernandez-Navas, 2015; Jacquier, Naudin, Roisin, Hoen & Meunier, 2009 ; Mazur-Palandre, Abadie & Bedoin, 2016). Ainsi, les adultes dyslexiques présentent un déficit d'identification des mots écrits, tant en exactitude qu'en temps de réponse, notamment en lecture de pseudo-mots, en comparaison à des adultes de même âge chronologique (Chiappe, Stringer, Siegel & Stanovich, 2002 ; Pennington, Van Orden, Smith, Green & Haith, 1990 ; Ramus et al., 2003). Ces observations se retrouvent lorsque les adultes dyslexiques sont comparés à des enfants normo-lecteurs de même niveau de lecture (Bruck, 1990 ; Miller-Shaul, 2005). La lenteur et l'imprécision de la lecture engendrent notamment des difficultés lors de la lecture de supports de cours, d'articles scientifiques ou de consignes lors d'examens (Colette, 2014). Pourtant, bien que d'importantes difficultés persistent à l'âge adulte, la plupart des aides cessent dans l'enseignement supérieur (Jacquier et al., 2009). La dyslexie a donc des répercussions sur la poursuite des études supérieures.

Des études menées sur le ressenti d'étudiants dyslexiques montrent une plainte significativement supérieure aux autres étudiants en ce qui concerne l'identification des lettres (Giménez et al., 2015) mais également pour la prise de notes et pour la compréhension des consignes écrites lors des examens (Mazur-Palandre et al., 2016). En termes de qualité d'insertion professionnelle et sociale, 26 % des étudiants dyslexiques évoquent un manque de confiance en soi, 11 % rencontrent des difficultés de contact social et 11 % ressentent un sentiment de honte (Jacquier et al., 2009).

1.3.2 Persistance des troubles phonologiques chez l'adulte dyslexique

De nombreuses études tendent à confirmer la présence et la persistance de troubles phonologiques chez l'adulte dyslexique. Elles soutiennent l'hypothèse d'un déficit phonologique responsable de la dyslexie développementale, qui sera décrite ultérieurement. En effet, les adultes dyslexiques échouent à des tâches phonologiques comparativement à des groupes de même âge chronologique et de même quotient intellectuel (Szenkovits & Ramus, 2005). En analysant les résultats en répétition de pseudo-mots et en discrimination auditive de pseudo-mots, ces mêmes auteurs font également le postulat que les représentations phonologiques sont spécifiquement altérées au niveau du traitement phonologique d'entrée. La persistance de ce trouble à l'âge adulte est solidement montrée dans l'étude de Ramus et ses collègues (2003) : la totalité des adultes dyslexiques (comparés à des normo-lecteurs de même âge chronologique) présentait des déficits sur l'ensemble des tâches phonologiques.

2. Les hypothèses explicatives de la dyslexie

2.1 L'hypothèse d'un trouble phonologique

La théorie phonologique pourrait être une cause suffisante de la dyslexie développementale (Ramus et al., 2003). Elle s'insère dans le consensus actuel selon lequel la dyslexie développementale est sous-tendue par un déficit cognitif spécifique affectant la manipulation du langage oral, la vitesse de traitement et les représentations phonologiques (Peterson & Pennington, 2015).

2.1.1 La triade phonologique

En lecture, les principaux prédicteurs sont réunis sous le nom de triade phonologique (Ramus & Szenkovits, 2008) : la conscience phonologique, la mémoire verbale à court terme et la dénomination rapide. Ces compétences phonologiques permettent de traiter les sons élémentaires du langage (i.e., phonèmes, syllabes, rimes) et de les combiner.

La conscience phonologique est la capacité à identifier, se représenter et manipuler les unités phonologiques de la langue telles que les phonèmes, les rimes et les syllabes (Zorman, 1999). Elle émergerait vers 5-6 ans et serait un prérequis à l'apprentissage de la lecture (Ramus, 2010). En effet, la conscience phonologique est indispensable à la mise en place de la voie phonologique. Elle serait d'ailleurs le prédicteur le plus important de l'entrée dans le langage écrit (Lonigan & Shanahan, 2009 ; Sprenger-Charolles, Colé & Serniclaes, 2006) ainsi qu'un fort prédicteur du futur niveau de lecture (Bradley & Bryant, 1983). De plus, la conscience phonologique se développerait en parallèle de l'apprentissage de la lecture (Goswami & Bryant, 1990) et son entraînement favoriserait considérablement l'apprentissage de la lecture (Ehri et al., 2001).

La mémoire verbale à court terme permet, quant à elle, le maintien des représentations phonologiques en mémoire pendant un faible laps de temps. Par exemple, elle nous permet de mémoriser et répéter une série de chiffres ou de pseudo-mots, en maintenant brièvement la représentation phonologique de ces chiffres avant de les restituer. La mémoire à court terme verbale est indispensable pour des lecteurs débutants, car la lecture repose sur un décodage lettre à lettre et requiert un maintien en mémoire des phonèmes décodés (Casalis, 2018). De ce fait, si la mémoire verbale à court terme est déficitaire, elle entrave l'utilisation de la conscience phonologique. En revanche, la mémoire verbale à court terme ne serait pas aussi importante qu'on l'imagine dans la lecture experte, puisque le lecteur se base sur des unités plus larges, telles que le mot (Wagner & Torgesen, 1987).

Enfin, la dénomination rapide nécessite de récupérer les représentations phonologiques en mémoire à long terme à partir de stimuli visuels familiers pouvant être langagiers (i.e., des chiffres ou des lettres) ou non langagiers (i.e., des images ou des couleurs) et de planifier rapidement l'articulation du mot lu. Elle est fortement corrélée à l'automatisation des processus en lecture (Lecocq, 1991).

Les adultes dyslexiques n'acquièrent jamais un niveau approprié de conscience phonologique quel que soit leur âge ou leur niveau de lecture. Comparativement à des adultes appariés en âge de lecture, ils présentent un retard en conscience phonologique (Privat, 2009). Leurs performances en mémoire verbale à court terme sont déficitaires (Chiappe et al., 2002 ; Hatcher, Snowling, & Griffiths, 2002 ; Pennigton et al., 1990 ; Ramus et al., 2003) ou, a minima, entravées par les difficultés au niveau de la conscience phonologique qui empêcherait un encodage précis des sons (Privat, 2009). Enfin, les adultes dyslexiques présentent des compétences en dénomination rapide attendues pour leur niveau de lecture : il existe donc une limitation de leur vitesse d'accès aux représentations phonologiques (Privat, 2009).

2.1.2 Lien causal entre l'atteinte phonologique et la dyslexie

L'hypothèse d'un trouble phonologique est soutenue par de nombreuses recherches mettant en évidence que les enfants dyslexiques présentent des performances inférieures à celles des enfants au développement typique dans les tâches phonologiques (Cavalli & Colé, 2018 ; Snowling, 2001 ; Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004) et que les difficultés phonologiques persistent à l'âge adulte (Chiappe et al., 2002 ; Hatcher et al., 2002 ; Privat, 2009). Ainsi, l'atteinte de la triade phonologique entraverait l'utilisation des représentations phonologiques (Ziegler & Goswami, 2005). Par définition, un déficit de la conscience phonologique entraînerait des difficultés à identifier et manipuler les représentations phonologiques, celui de la mémoire verbale à court terme des difficultés à les maintenir en mémoire et enfin, celui de la dénomination rapide des difficultés à les récupérer à partir d'un stimulus visuel familier. Ce ne seraient donc pas les représentations phonologiques qui seraient altérées mais leur accès à partir de l'écrit (Ramus & Szenkovits, 2008). Lors de l'apprentissage de la lecture, ce déficit d'accès compliquerait la mise en place de la voie phonologique de la lecture qui requiert la mise en correspondance et l'assemblage des graphèmes avec les phonèmes. Or, l'efficacité de la voie phonologique est déterminante pour l'acquisition de la voie lexicale (Chaves et al., 2010).

De plus, des études longitudinales débutant avant l'apprentissage de la lecture montrent que les capacités phonologiques prédisent les performances ultérieures en lecture. Dès le début de l'étude, les enfants dyslexiques diagnostiqués ultérieurement présentent des capacités phonologiques inférieures aux enfants contrôles (Lundberg, Olofsson, & Wall, 1980 ; Scarborough, 1990 ; Snowling, 2001). L'hypothèse d'un lien de causalité entre les compétences phonologiques et la dyslexie est également renforcée par le fait que la lecture s'améliore grâce à l'entraînement de la conscience phonologique (Ehri et al., 2001) et par la présence de déficits d'exactitude et de rapidité pour l'accès au lexique mis en évidence chez les personnes dyslexiques (Wolf & Bowers, 1999). En effet, si les personnes dyslexiques ne présentent pas systématiquement de difficultés d'exactitude en dénomination d'images, la tâche devient complexe lorsque la contrainte de vitesse s'ajoute.

Par ailleurs, la théorie phonologique explique la variabilité et l'hétérogénéité des profils d'enfants et d'adultes dyslexiques par la présence de nombreux facteurs : le degré de sévérité des difficultés de lecture dans la dyslexie (Griffiths & Snowling, 2002), les troubles sensoriels

et moteurs associés (Ramus et al., 2003) pouvant aggraver le déficit phonologique et enfin les effets des différentes prises en charge dont l'individu a pu bénéficier.

2.2. Hypothèses alternatives : troubles visuo-attentionnels

Malgré la majoritaire acceptation de la théorie phonologique, de nombreuses hypothèses alternatives ont été avancées dans la littérature comme l'hypothèse cérébelleuse (Fawcett, & Nicolson, 1999), celle d'un déficit du traitement temporel (Goswami, Power, Lallier & Facoetti, 2014 ; Tallal, 1980) ou encore l'hypothèse d'un déficit visuo-attentionnel (Lobier, Zoubrinetzky & Valdois, 2012 ; Vidyasagar & Pammer, 2010). Cette dernière serait basée sur plusieurs théories que l'on peut séparer en deux catégories : d'une part, des difficultés d'inhibition des distracteurs et de l'orientation de l'attention spatiale associées à un déficit phonologique ; d'autre part, une réduction de l'EVA (Arns, Carbonnel & Valdois, 1998 ; Valdois et al., 2003).

2.2.1 Troubles d'orientation de l'attention et d'inhibition des distracteurs

Bien que les déficits phonologiques puissent expliquer la dyslexie développementale, la lecture pourrait également être compromise par un défaut de certains processus visuo-attentionnels (Vidayasagar & Pammer, 2010). Ces derniers interviendraient dans la lecture avant les processus phonologiques. En effet, la lecture nécessite un traitement efficace des informations visuelles et implique d'extraire ces informations à partir d'un texte écrit afin de le comprendre. La première tâche de l'apprenti-lecteur est donc de développer des capacités visuo-attentionnelles lui permettant de positionner correctement son regard sur les mots pour extraire l'information (Leibnitz, Grainger, Muneaux, & Ducrot, 2016).

En ce sens, deux compétences visuo-attentionnelles sont impliquées dans la lecture : l'orientation rapide de l'attention vers les unités cibles à traiter et l'inhibition des distracteurs (Laberge & Brown ; 1989). Ces deux compétences permettraient la segmentation des mots en unités orthographiques pertinentes à traiter (i.e., segmentation graphémique) ainsi que la sélection correcte des unités orthographiques cibles. L'orientation de l'attention nécessite une phase d'engagement des ressources attentionnelles sur un premier stimulus qui succède à une phase de désengagement et de déplacement de l'attention (Casalis, 2018). Les deux compétences précitées sont liées aux capacités en lecture, notamment lors de son apprentissage pendant lequel l'enfant doit segmenter les mots en unités orthographiques pour les associer à des unités phonologiques. Elles sont également de bons prédicteurs des capacités ultérieures de lecture, indépendamment des habiletés phonologiques (Franceschini et al., 2012). De nombreuses études ont mis en évidence une atteinte de ces deux compétences dans la dyslexie. Un ralentissement du déplacement rapide de l'attention a été décrit chez les personnes dyslexiques grâce à une tâche de traitement d'informations séquentielles rapides en modalité visuelle et auditive ainsi qu'un déficit du déplacement spatial de l'attention dans des tâches de détection de cible en condition d'indication spatiale en modalité visuelle et auditive (Hari & Renvall, 2001). Ces résultats sont appuyés par la mise en évidence d'une amélioration de la vitesse et de l'exactitude de lecture chez des enfants dyslexiques suite à l'entraînement

des habiletés d'orientation attentionnelle visuo-spatiale (Facoetti, Lorusso, Paganoni, Umiltà & Mascetti, 2003).

Une altération de l'inhibition des distracteurs dans la dyslexie a également été mise en évidence au moyen de la tâche des flankers¹. Le participant doit appuyer le plus rapidement possible à gauche ou à droite selon l'orientation d'une flèche centrale, tout en ignorant des flankers congruents (i.e., <<<<<) ou non congruents (i.e., <<><<) avec l'orientation de la cible. Dans l'étude de Facoetti et Turrato (2000), l'effet d'interférence des flankers a été calculé. Il correspond à la différence de temps de réaction entre la condition congruente et la condition non congruente. L'effet d'interférence est asymétrique chez les dyslexiques et symétrique chez les normo-lecteurs : les enfants dyslexiques présentent un effet d'interférence réduit à gauche suggérant une négligence gauche. Ils présentent également un effet d'interférence du côté droit qui pourrait être dû à une altération de l'inhibition des informations distrayantes dans le champ visuel droit. Cette asymétrie visuelle aurait un impact important sur le développement de la lecture. Par ailleurs, le trouble de l'attention visuo-spatiale affecterait les enfants dyslexiques présentant un trouble phonologique associé (Facoetti et al., 2006). Des capacités phonologiques déficitaires pourraient alors représenter non pas une cause des difficultés de lecture mais l'une des conséquences d'un déficit précoce des processus visuo-attentionnels.

2.2.2 Théorie de l'empan visuo-attentionnel (EVA)

Définition de l'empan visuo-attentionnel

D'autres travaux postulent que les troubles visuo-attentionnels dans la dyslexie seraient liés à une altération de l'EVA. L'EVA est la quantité d'unités visuelles distinctes pouvant être traitées simultanément au cours d'une fixation oculaire. En lecture, cet empan équivaut à la quantité d'unités orthographiques distinctes (i.e., graphèmes) traitées en une fixation oculaire dans une même séquence de lettres (Bosse et al., 2007). Cette théorie s'intègre dans le modèle connexionniste MTM (*multiple-trace memory model*) proposé par Ans, Carbonnel et Valdois (1998) également appelé ACV98, seul modèle de lecture incluant une composante visuo-attentionnelle. Deux procédures de lecture sont proposées dans ce modèle : la procédure analytique basée sur l'application des règles de correspondance graphème-phonème et la procédure globale utilisant la reconnaissance de mots écrits. Le modèle MTM postule l'existence d'une fenêtre attentionnelle qui encadre le nombre d'unités orthographiques traitées à chaque étape de la lecture et s'adapte en fonction de la procédure utilisée. Elle intervient donc dans les deux procédures, analytique et globale, et s'adapte à la longueur de l'unité à traiter. Dans la procédure analytique, la fenêtre visuo-attentionnelle s'ajuste à la taille des unités sublexicales (graphèmes ou syllabes) qui sont traitées successivement. A chaque unité orthographique sublexicale est associée l'unité phonologique correspondante. Dans la lecture experte, le traitement des mots connus est réalisé avec la procédure globale (Valdois, 2010). La fenêtre visuo-attentionnelle s'ajuste alors à la taille du mot traité. Dans la procédure globale, l'entrée orthographique et sa représentation phonologique complète sont traitées en

1 Les flankers désignent les distracteurs utilisés.

une seule étape. Ainsi, si la fenêtre visuo-attentionnelle est réduite et ne parvient pas à s'ajuster à la taille de larges unités orthographiques (e.g., des mots), la procédure globale de lecture sera compromise. La lecture sera lente et l'encodage des représentations orthographiques complètes des mots sera altéré, entravant ainsi l'élaboration d'un lexique orthographique.

Lien avec la dyslexie

La fenêtre visuo-attentionnelle a été étudiée dans le cadre de la dyslexie. Pour le modèle MTM, l'identification globale des mots serait compromise par une réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle. Cependant, ce déficit d'EVA ne concernerait qu'une partie des personnes dyslexiques. En effet, il a été montré que les troubles d'EVA étaient généralement dissociés des troubles phonologiques (Peyrin et al., 2012; Bosse et al., 2007). Pour tenter d'évaluer les compétences en EVA, des chercheurs ont conçu des tâches de report partiel et de report complet et ont mis en évidence un déficit visuo-attentionnel chez un enfant dyslexique en l'absence d'un trouble phonologique associé (Valdois et al., 2011). Les tâches de report de lettres partiel et complet permettent d'estimer le nombre de lettres distinctes pouvant être extraites après un affichage visuel bref. La tâche nécessite de rapporter oralement soit une seule lettre (report partiel) soit toutes les lettres (report complet) des séquences de cinq consonnes brièvement présentées (i.e., 200 ms). Des scores faibles à une tâche de report de lettres ont été interprétés par les chercheurs comme la preuve d'une altération de l'empan visuel global chez des enfants dyslexiques (Lassus-Sangosse et al., 2008). De plus, les capacités évaluées à l'aide des tâches de report de lettres seraient, quant à elles, prédictives de la performance de traitement visuel non-verbal chez les normo-lecteurs (Lobier et al., 2012) et des futures habiletés de lecture (Bosse & Valdois, 2009). L'ensemble de ces études vient donc consolider l'hypothèse d'une altération de l'EVA dans la dyslexie.

Limites de la théorie de l'EVA

Si de nombreuses études adhèrent à l'hypothèse d'un déficit de l'EVA, un biais considérable est à prendre en considération. En effet, les tâches mesurant cet empan présentent des limites importantes : elles sont basées sur des stimuli langagiers (i.e., les lettres) et demandent une réponse verbale du participant (i.e., le sujet doit dénommer des lettres à haute voix). Or, les personnes dyslexiques présentent des déficits d'accès aux représentations phonologiques (Ramus & Szenkovits, 2008). Ainsi, la tâche d'EVA classiquement utilisée (tâche de report partiel et complet de lettres) implique une récupération rapide de la représentation phonologique des lettres et la production verbale de ces représentations. Il est donc difficile de dissocier les troubles d'EVA des déficits phonologiques. En ce sens, des études ont été menées pour déterminer si l'aspect langagier a un impact sur les difficultés d'EVA chez des personnes dyslexiques. Cependant, les résultats des diverses études sont contradictoires et aucun consensus n'a été trouvé. D'un côté, des enfants dyslexiques et non-dyslexiques ont réalisé deux tâches de report global de lettres (avec masque clignotant) l'une en tâche simple, l'autre en double tâche. Lors de cette dernière, les enfants devaient réaliser une tâche phonologique simultanée très coûteuse cognitivement. Les performances des enfants dyslexiques étaient faibles lors des deux tâches de report avec peu de différences dans les

résultats. Pour les chercheurs, ces résultats illustreraient un traitement de séquences de lettres non affecté par une tâche phonologique simultanée. Les processus phonologiques ne seraient donc pas mobilisés lors d'une tâche de report (Valdois, Lassus-Sangosse & Lobier, 2012). En outre, des enfants dyslexiques avec une attention visuelle altérée obtiennent des performances limitées à une tâche de catégorisation qu'elle soit verbale ou non, suggérant une origine visuo-attentionnelle de la dyslexie (Lobier et al., 2012). De l'autre, des difficultés de traitement de stimuli visuels langagiers ont été mises en évidence chez des enfants dyslexiques sans difficultés pour des séquences de stimuli non langagiers, allant à l'encontre de l'hypothèse visuo-attentionnelle (Ziegler, Pech-georgel, Dufau & Grainger, 2010).

Afin de réduire les biais et contradictions, il semble nécessaire d'utiliser un protocole expérimental ne nécessitant pas de report verbal et permettant d'analyser les capacités visuo-attentionnelles avec des stimuli langagiers et non langagiers.

Buts et hypothèses

Les objectifs de ce mémoire sont de :

- Déterminer, au sein d'une population d'étudiants dyslexiques, si le déficit d'EVA est observé avec une tâche non langagière et/ou langagière. Pour ce faire la tâche d'EVA a été réalisée avec du matériel langagier (i.e., des lettres) et non langagier (i.e., des symboles non prononçables), sans réponse verbale nécessaire.
- Comprendre les liens entre les difficultés d'EVA et les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles afin de déterminer l'origine de ce déficit d'EVA.

Les scores des étudiants dyslexiques de notre étude seront comparés à ceux de deux groupes contrôles appariés sur l'âge pour le premier et sur le niveau de lecture pour le second. Cela nous permettra de déterminer si les troubles observés chez les participants dyslexiques sont dus à un simple retard ou à un développement atypique de certaines habiletés.

Les hypothèses sont les suivantes :

- Si l'origine des difficultés d'EVA dans la dyslexie est uniquement phonologique, les performances des participants dyslexiques seront significativement inférieures aux performances des deux groupes contrôles pour la tâche d'EVA dans un contexte langagier uniquement. Les participants dyslexiques présenteront des performances altérées à la tâche d'EVA dans un contexte langagier par rapport au contexte non langagier. Des corrélations entre les résultats à la tâche d'EVA en contexte langagier (mais pas en contexte non langagier) et les compétences phonologiques devraient être observées.
- Si l'origine des difficultés d'EVA dans la dyslexie est visuo-attentionnelle, les participants dyslexiques présenteront des performances altérées par rapport aux deux groupes contrôles à

la tâche d'EVA dans les contextes langagier et non langagier ainsi qu'aux tâches de barrage dans les deux conditions. Il ne devrait pas y avoir d'écart significatif entre les performances des participants dyslexiques à la tâche d'EVA en contexte langagier et non langagier.

- Si l'origine des difficultés d'EVA dans la dyslexie est phonologique et visuo-attentionnelle, les participants dyslexiques présenteront des performances altérées à la tâche d'EVA en contexte langagier et non langagier par rapport aux groupes contrôles, avec des difficultés majorées en contexte langagier (qui mobilise les deux compétences) ainsi qu'aux tâches de barrage, avec des difficultés majorées dans la tâche de barrage de lettres. Des corrélations entre les résultats aux tâches d'EVA en contexte langagier et de barrage de lettres et les compétences phonologiques devraient être observées.

Méthode

Dans notre étude expérimentale, nous avons recruté des participants (dyslexiques et non dyslexiques) auxquels nous avons administré plusieurs tests et questionnaires permettant de connaître leur niveau de lecture ainsi que leurs compétences phonologiques, visuo-attentionnelles et d'intelligence non-verbale.

1. Population

1.1. Participants

Trois groupes de participants ont été recrutés : un groupe expérimental constitué d'étudiants dyslexiques (DL), un groupe contrôle apparié sur l'âge chronologique (CA) composé d'étudiants non dyslexiques et un groupe contrôle apparié sur le niveau de lecture (CL) constitué d'enfants normo-lecteurs. Chaque groupe était composé de 18 personnes soit 54 participants au total (recrutés par 6 mémorantes). D'un point de vue personnel, nous avons recueilli les données de trente participants (groupe expérimental : onze ; groupe contrôle âge : dix ; groupe contrôle lecture : neuf). L'utilisation de groupes contrôles est intéressante car peu utilisée dans les études sur les adultes dyslexiques. Si des différences sont observées seulement entre le groupe DL et le groupe CA (mais pas entre le groupe DL et le groupe CL), cela signifie que les participants du groupe DL ont un retard développemental sur certaines compétences. Si des différences sont observées entre le groupe DL d'une part et les groupes CA et CL d'autre part, cela signifie que les participants du groupe DL ont un profil développemental atypique pour certaines compétences.

1.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Tous les participants étaient francophones. En cas de bilinguisme, le français devait avoir été parlé avec au moins l'un des deux parents durant l'enfance. Aucun participant ne présentait de troubles psychiatriques ou de troubles de l'audition. Leur vision était normale ou corrigée. Leur intelligence non-verbale était située dans la norme.

Pour les participants dyslexiques, la dyslexie a été diagnostiquée préalablement par un orthophoniste (et éventuellement un psychologue et un médecin). Ils ont été suivis en orthophonie étant plus jeunes mais ils ne bénéficiaient pas de prise en charge orthophonique de la lecture au moment de l'étude. La réalisation de tests comportementaux (décrits ci-dessous) a permis de confirmer la présence de difficultés significatives en lecture. Les participants dyslexiques ne présentaient pas de trouble développemental du langage ni de trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité associée.

Pour les groupes CA et CL, les participants ne présentaient pas d'antécédents de difficultés d'apprentissage de la lecture. Ils n'ont jamais bénéficié d'une prise en charge orthophonique pour des difficultés du langage oral et/ou écrit. Ces informations ont été vérifiées lors de la prise de contact avec le participant et/ou ses parents.

Le groupe CA a été apparié au groupe d'étudiants DL sur l'âge, le sexe, le niveau d'intelligence non-verbale, le niveau d'études et le niveau socio-économique.

Le groupe CL a été apparié au groupe d'étudiants DL sur le niveau de lecture mesuré par le test de l'Alouette-R (Lefavrais, 2005), le sexe et le niveau socio-économique. Il était composé d'enfants scolarisés en classe de CM1, CM2, 6^e, 5^e (avec une préférence pour la classe de 5^e). En effet, dans l'étude de Cavalli et al. (2017), le groupe d'étudiants dyslexiques obtient un score moyen d'efficacité de la lecture de 339,6 à l'Alouette-R, score correspondant à l'indice d'efficacité de lecture de collégiens en 5^e, selon le manuel d'instruction du test.

1.3. Recrutement

Les étudiants universitaires ont été recrutés à l'aide d'affichages dans les facultés et écoles (cf. Annexes 1 et 2). Les étudiants dyslexiques ont également été recrutés par le biais des Bureaux Vie Etudiante et Handicap de l'Université de Lille ainsi que le Centre Polyvalent de Santé Universitaire de l'Université Catholique de Lille. Afin de recruter les enfants normo-lecteurs, des demandes d'autorisation ont été faites au rectorat ainsi qu'aux directeurs et enseignants de collèges et d'écoles primaires. Ces derniers ont ensuite transmis une fiche d'information (cf. Annexe 5) ainsi qu'une demande de consentement aux parents (cf. Annexe 6). Les enfants dont les parents ont donné leur accord ont pu participer à l'expérience.

2. Matériel

Plusieurs épreuves et deux questionnaires ont été administrés aux participants.

2.1 Évaluation des capacités en lecture

Au cours de la tâche de **lecture de texte du test de l'Alouette-R** (Lefavrais, 2005), le participant a lu à voix haute, en 3 minutes maximum, un texte comportant peu de sens, et composé de 265 mots. Le nombre de mots correctement lus, le nombre d'erreurs et le temps de lecture ont été relevés. A partir de ces données, l'indice d'efficacité (i.e., Nombre de mots correctement lus*180/Temps de lecture en secondes) a été calculé et a permis de connaître le niveau de lecture du participant.

Nous avons également proposé la tâche de **lecture de mots isolés d'Evalec-Adulte** (Leloup, Sprenger-Charolles, & Colé, à paraître). Le participant devait lire, à haute voix, vingt mots réguliers, vingt mots irréguliers et quarante pseudo-mots. Cette épreuve informatisée enregistrait, semi-automatiquement, le temps de lecture et le nombre de réponses correctes pour chaque item. Elle nous a permis d'évaluer l'efficacité des procédures de lecture utilisées par le participant.

2.2 Évaluation des capacités phonologiques

Les compétences phonologiques ont été évaluées à l'aide d'une tâche informatisée de **métaphonologie d'EVALEC** (Leloup et al., à paraître). Le participant devait supprimer le phonème initial dans des syllabes de type Consonne-Consonne-Voyelle. Le test était constitué de pseudo-mots afin d'éviter tout type de biais lié au vocabulaire. Le score tenait compte du temps de réalisation de l'épreuve et du nombre de réponses correctes.

Nous avons également administré la tâche informatisée de **mémoire à court terme phonologique d'EVALEC** (Leloup et al., à paraître), une épreuve de répétition de pseudo-mots. Le score tenait compte du nombre de bonnes réponses.

Enfin, la tâche de **dénomination rapide d'images et de lettres du DRA adultes** (Gatignol, Plaza & Robert-Jahier, 2007) a été proposée. Le participant devait dénommer le plus rapidement possible à haute voix le nom d'images et de lettres. Le score correspondait au nombre de réponses correctes par seconde.

2.3 Évaluation des capacités visuo-attentionnelles

2.3.1 Recherche visuelle d'une cible parmi des distracteurs

Nous avons testé les compétences visuo-attentionnelles, notamment le **traitement de l'information visuelle** à l'aide de l'épreuve de barrage de lettres et de symboles de l'**ECLA 16+** (Gola-Asmussen, Lequette, Pouget, Rouyer-Nicolas, & Zorman, 2011). Le participant devait barrer le plus de stimuli cibles possible (i.e., des symboles ou des lettres) dans un temps imparti d'une minute trente pour chaque type de stimulus. Le score comprenait le nombre de symboles correctement identifiés.

2.3.2 Tâche d'empan visuo-attentionnel (EVA)

L'EVA a été évalué grâce à une épreuve visuo-attentionnelle spécifique et informatisée construite (adaptée des travaux de Lallier, Acha, & Carreiras, 2016) avec une tâche **langagière de détection de douze consonnes** (B, C, D, F, G, H, J, M, P, Q, V, X) et une tâche **non langagière de détection de douze symboles** (Ŧ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ, Ɔ). Pour sélectionner les douze symboles utilisés dans notre expérimentation, un pré-test a été réalisé afin d'évaluer la facilité de dénomination de cinquante symboles. Ce sont les douze symboles présentant la plus faible facilité à être dénommés qui ont été sélectionnés, afin de retirer autant que possible tout caractère langagier à cette tâche. La complexité visuelle des douze lettres a ensuite été appariée à celle des symboles (complexité visuelle pour les lettres : $M = 0,63$, $ET = 0,28$, étendue : 0,20 – 1,20, et pour les symboles : $M = 0,61$, $ET = 0,39$, étendue : 0,15 – 1,12). Un pré-test pour décider du temps de présentation des items a également été réalisé et trois temps ont été testés : 200, 225 et 250 ms. Le temps de présentation de 250 ms a finalement été choisi afin d'éviter un effet plancher pour les groupes DL et CL (Bourcier, 2019 ; Dumoulin, 2019).

Dans les deux situations, le participant voyait apparaître une séquence de 5 lettres/symboles (police Arial, en non gras) pendant 250 ms, ensuite remplacée par une seule lettre/symbole présentée au milieu de l'écran et aléatoirement en dessous ou au-dessus de la ligne horizontale. Le participant devait déterminer au moyen de boutons réponses (i.e., « ctrl droit » et « ctrl gauche ») si la lettre/symbole isolé(e) appartenait ou non à la séquence précédente. L'épreuve était composée de 120 items pour chaque tâche : 60 contenant la cible et 60 ne la contenant pas. Chaque tâche comprenait également dix items d'essai dont les lettres et les symboles étaient différents de ceux de la tâche expérimentale afin de limiter l'effet d'habituation aux lettres et symboles utilisés au cours de l'épreuve. La Figure 1 ci-dessous illustre un essai de la tâche en modalité langagière. Un essai durait environ trois secondes, une tâche complète en moyenne six minutes.

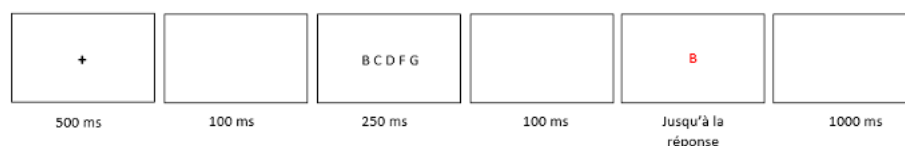


Figure 1. Déroulé temporel d'un item de la tâche langagière d'EVA (la lettre peut apparaître en haut ou en bas par rapport au point central de l'écran).

2.4 Évaluation des capacités intellectuelles

La version courte des **Matrices Progressives de Raven** (Raven, Raven & Court, 1998) a été administrée afin d'évaluer l'intelligence non-verbale du participant. Il devait compléter plusieurs séries d'images avec l'image complémentaire appropriée, sans limite de temps. Le score comprenait le nombre de bonnes réponses qui a ensuite été converti en rang percentile.

2.5 Questionnaires

Le **Barratt Simplified Measure of Social Status** (BSMSS ; Barratt, 2012) a permis de mesurer le niveau socio-économique sur base de la profession et du niveau d'études des parents du participant.

Le questionnaire informatisé **Adult Reading History Questionnaire – revised** (ARHQ; Lefly & Pennington, 2000) a permis quant à lui d'évaluer l'expérience antérieure en lecture et comportait des questions concernant les habiletés de lecture et les éventuelles remédiations de lecture suivies ainsi que les opinions vis-à-vis de l'école et de la lecture. Les données de ce questionnaire sont analysées dans un autre mémoire et ne seront pas prises en compte dans le présent mémoire.

3. Procédure

Les passations, d'une durée maximale d'une heure trente, ont été réalisées à l'Université de Lille, au laboratoire SCALab, dans l'enceinte d'établissements scolaires ou au domicile de certains participants, de janvier 2019 à mars 2020. Deux ordres de passation permettant de contrôler un effet d'ordre et/ou de fatigue ont été proposés avec une alternance des épreuves phonologiques, visuo-attentionnelles, d'intelligence non-verbale et de lecture. Au sein de ces deux ordres, nous avons proposé des enchaînements de passation lettres/symboles différents pour les tâches visuo-attentionnelles (épreuve de barrage et tâche EVA). Chaque participant ou parent de participant a donné son consentement éclairé (cf. Annexes 3, 4, 6 et 7) à la participation à l'étude. Afin de garantir la confidentialité, les données des participants ont été rigoureusement anonymisées et codées. Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique universitaire de Lille, en juin 2018.

4. Analyse statistique

Afin d'analyser et d'établir des liens entre toutes les données obtenues, des tests de Student (test *t*) ont été effectués pour apparier les trois groupes mais également sur les scores aux tâches de lecture, de phonologie et de barrage en tenant compte de l'exactitude et de la rapidité de réponse. Les données des deux tâches d'EVA ont été étudiées au moyen de deux analyses de la variance (ANOVAs) réalisées sur le pourcentage de bonnes réponses et le temps de réponse avec le groupe (DL – CA – CL) comme facteur inter-sujets, et le type de tâche (lettres – symboles) comme facteur intra-sujets. Des analyses de corrélations entre les scores d'EVA et les scores aux tâches phonologiques ont également été réalisées au sein de chaque groupe.

Résultats

1. Appariement des groupes

Les données de 93 participants (32 étudiants dyslexiques, 35 étudiants CA, 26 enfants CL) ont pu être récoltées et analysées. Tous les participants répondaient aux critères d'inclusion. Pour veiller à respecter nos critères d'exclusion nous avons écarté trois participants CL ayant un score inférieur au 25^e percentile à l'épreuve évaluant l'intelligence non-verbale. Afin de constituer nos trois groupes appariés de même taille, nous avons dû exclure cinq participants CL, quatorze participants DL et dix-sept participants CA. Le Tableau 1 ci-dessous présente les trois groupes constitués de dix-huit participants appariés selon l'âge (DL et CA), le sexe, le niveau de lecture (DL et CL), le niveau socio-économique et l'intelligence non-verbale des participants. La significativité de la différence entre les groupes a été mesurée par le *t* de Student (indiqué dans le tableau).

Tableau 1. Présentation des groupes appariés.

	DL (n=18) 9 garçons 9 filles		CA (n=18) 8 garçons 10 filles		CL (n=18) 9 garçons 9 filles		TEST- <i>t</i> (différence significative si $p < .05$)		
	M	(ET)	M	(ET)	M	(ET)	DL-CA	DL-CL	CA-CL
Age (en années)	22,84	(4,02)	22,89	(2,53)	11,26	(1,16)	ns	***	***
Indice CTL (Alouette-R)	317,22	(50,19)	507,23	(41,10)	333,15	(59,41)	***	ns	***
Matrices de Raven (score percentile moyen)	90,99	(10,73)	91,73	(6,81)	86,75	(12,54)	ns	ns	ns
Niveau socio- économique (score BSMSS, /66)	45,81	(10,09)	47,08	(12,39)	46,03	(17,52)	ns	ns	ns

Note. M : moyenne ; ET : écart-type ; ns = non significatif ; * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .001$.

Les groupes DL et CL sont appariés sur l'indice CTL obtenu à l'Alouette-R. Tous les étudiants dyslexiques se situent sous le seuil pathologique fixé à 430 (Cavalli et al., 2017) en efficacité de lecture (indice CTL). Les groupes DL et CA sont, quant à eux, appariés sur l'âge mais pas sur l'indice CTL.

Par la suite, nous avons repris les fichiers des données de l'ensemble des tests réalisés afin de supprimer les temps de réponse correspondant à des réponses incorrectes et ceux considérés comme aberrants. Pour ce faire, nous avons calculé des seuils à -2 ET pour chaque participant et chaque épreuve puis nous avons écarté les résultats qui se trouvaient au-delà de ce seuil.

2. Lecture et compétences phonologiques

Les résultats des participants en termes d'exactitude et de temps de réponses aux épreuves de lecture de mots et pseudo-mots, de métaphonologie, de mémoire verbale à court terme et de dénomination rapide sont présentés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2. Résultats aux tâches de lecture, dénomination rapide, métaphonologie et mémoire phonologique à court terme.

Épreuves	DL		CA		CL		Test- <i>t</i>		
	M	(ET)	M	(ET)	M	(ET)	DL-CA	DL-CL	CA-CL
Lecture									
<i>Lect mots rég : RC /20</i>	19	(1,33)	19,72	(0,46)	19,22	(0,65)	*	ns	*
<i>Lect mots rég : Temps en ms</i>	961,74	(133,17)	709,06	(110,79)	885,72	(142,62)	***	ns	***
<i>Lect mots irrég : RC /20</i>	18,44	(1,95)	19,78	(0,43)	17,17	(1,86)	**	ns	***
<i>Lect mots irrég : Temps en ms</i>	1051,36	(208,25)	720,37	(110,24)	962,63	(240,87)	***	ns	***
<i>Lect PM : RC /40</i>	32,22	(3,54)	37,56	(1,92)	35,28	(2,72)	***	**	**
<i>Lect PM : Temps en ms</i>	1593,22	(314,43)	933,88	(154,48)	1176,46	(284,38)	***	***	**
Dénomination rapide									
<i>DRA Lettres – items/sec</i>	2,25	(0,53)	3,66	(0,67)	2,47	(0,45)	***	ns	***
<i>DRA Images – items/sec</i>	1,43	(0,27)	1,88	(0,23)	1,42	(0,21)	***	ns	***
Métaphonologie									
<i>RC /12</i>	10,56	(1,04)	10,94	(1,16)	10,17	(1,42)	ns	ns	ns
<i>Temps en ms</i>	2592,02	(412,86)	1661,03	(159,83)	2436,44	(548,70)	***	ns	***
Mémoire phonologique à court terme									
<i>RC /24</i>	16,94	(3,23)	19,11	(2,37)	15,83	(2,94)	*	ns	***
<i>Temps en ms</i>	3040,01	(330,87)	2884,27	(182,75)	3081,79	(236,80)	ns	ns	**

Note. M : moyenne ; ET : écart-type ; Lect : lecture ; rég : réguliers ; irrég : irréguliers ; PM : pseudo-mots ; RC : réponses correctes ; ns = non significatif ; * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .001$.

Grâce à ces résultats, nous constatons que les DL obtiennent des scores en exactitude plus faibles et des temps plus longs que les CA aux tâches de lecture de mots, de pseudo-mots et de dénomination rapide (Lettres et Images). Ils sont également moins performants en termes d'exactitude à la tâche de mémoire phonologique à court terme et de temps de réponse à la tâche de métaphonologie.

Les participants DL obtiennent également des scores plus faibles que les enfants normo-lecteurs à la tâche de lecture de pseudo-mots que ce soit en termes d'exactitude ou de temps de réponse.

3. Capacités de recherche visuelle

Les résultats des participants aux épreuves de barrage sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3. Résultats aux tâches de barrage (Lettre et Symboles).

Epreuves	DL		CA		CL		Test-t		
	M	(ET)	M	(ET)	M	(ET)	DL-CA	DL-CL	CA-CL
Test de barrage (ECLA 16+)									
Score Lettres /115	55,44	(14,71)	57,72	(13,20)	35,56	(10,25)	ns	***	***
Score Symboles /38	24,94	(5,72)	23,44	(5,48)	17,94	(5,74)	ns	***	**

Note. ns = non significatif ; * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .001$.

À la tâche de barrage, les différences significatives se trouvent entre les performances des étudiants, dyslexiques et non-dyslexiques, et celles des enfants normo-lecteurs. Ces derniers, quel que soit le type de tâche (Lettres ou Symboles), obtiennent des performances inférieures aux autres groupes.

4. EVA en modalités langagière et non langagière

Les résultats des participants à la tâche d'empan visuo-attentionnel en modalités langagière et non langagière sont présentés dans le Tableau 4 ci-dessous. Nous avons pris en compte le pourcentage de réponses correctes ainsi que les temps de réponse. Grâce à une loi binomiale, nous avons déterminé un score minimal acceptable de 134/240 soit un taux de 55,83% de réponses correctes sur les deux tâches confondues, lettres et symboles, afin d'être certains que chaque participant répondait à l'ensemble de la tâche différemment et supérieurement au hasard, ce qui était bien le cas.

Tableau 4. Résultats à la tâche d'EVA, lettres et symboles, en termes de taux de réponses correctes et temps de réponse.

	DL		CA		CL	
	M	(ET)	M	(ET)	M	(ET)
EVA Lettres						
Taux de RC (%)	71,48	(8,03)	79,03	(9,22)	72,55	(7,30)
Temps de réponse (ms)	904	(225,69)	819,57	(176,99)	1095,62	(328,69)
EVA Symboles						
Taux de RC (%)	64,26	(6,59)	65,60	(5,47)	62,04	(4,93)
Temps de réponse (ms)	893,81	(180,85)	894,85	(225,48)	1068,26	(295,77)

Note. EVA : Empan visuo-attentionnel ; RC : réponses correctes.

Afin d'analyser ces résultats, nous avons réalisé des ANOVAs (i.e., analyses de variances) avec le facteur inter Groupe (DL, CA, CL) et le facteur intra Type d'items (Lettres, Symboles). Nous avons effectué une première analyse sur le taux de réponses correctes en pourcentage et une deuxième sur le temps de réponse.

4.1 Exactitude des réponses

Concernant le pourcentage de réponses correctes, l'ANOVA révèle un effet simple du Type d'items ($F(1,51) = 108,62, p < .001$). Le taux de réponses correctes est plus élevé pour les lettres que pour les symboles, et ce quel que soit le groupe. En moyenne, les participants, tous groupes confondus, obtiennent 74,35 % de réponses correctes pour les lettres contre 63,97 % pour les symboles.

Il existe également un effet simple du Groupe ($F(2, 51) = 3,7082, p < .04$). Les résultats du groupe CA semblent être meilleurs que ceux des deux autres groupes, quels que soient les types d'items (Figure 2). Pour approfondir cette analyse, nous avons réalisé un test post hoc de Bonferroni. Il met en évidence une différence significative du taux de réponses correctes entre les groupes CA et CL ($p < .05$). Les étudiants normo-lecteurs répondent de manière plus exacte que les enfants normo-lecteurs, quel que soit le type d'items. Une différence tendancielle du taux de réponses correctes est également mise en évidence entre les groupes DL et CA ($p = .09$). Les étudiants dyslexiques auraient tendance à répondre de manière moins exacte que les étudiants normo-lecteurs, quel que soit le type d'items. Il n'existe aucune différence significative entre les groupes DL et CL ($p = 1$).

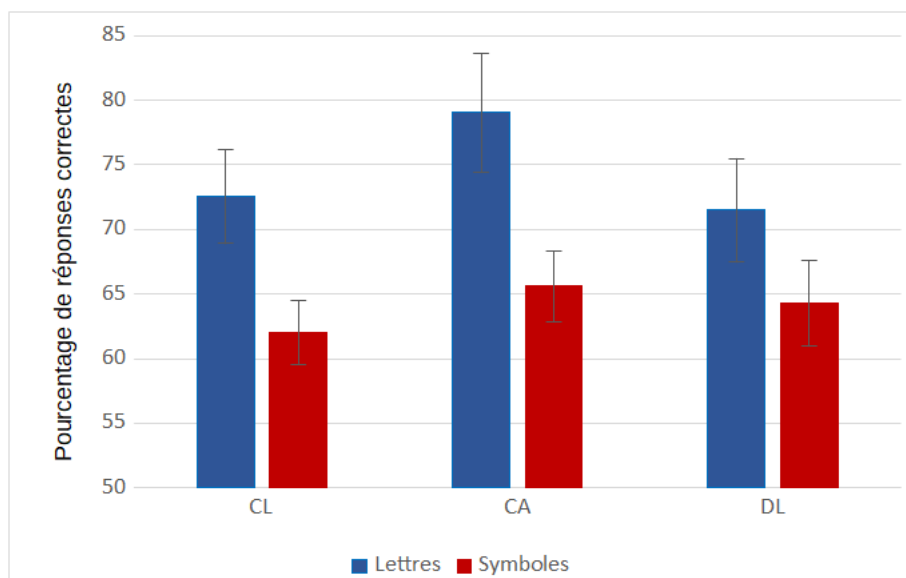


Figure 2. Pourcentages de réponses correctes selon le groupe (CL, CA, DL) et le type d'items (Lettres, Symboles).

Enfin, il existe une interaction Groupe*Type d'items ($F(2,51) = 3,23, p < .05$). Afin de mieux comprendre cette interaction, nous avons effectué deux ANOVAs supplémentaires comparant le groupe DL aux deux groupes contrôles de manière séparée.

La première ANOVA (Figure 2), réalisée entre les groupes DL et CA, montre une interaction Groupe*Type d'items ($F(1, 34) = 6,23, p < .02$). Le post hoc de Bonferroni met en évidence une différence significative dans les taux de réponses correctes pour les lettres entre les groupes DL et CA ($p < .03$). Aucune différence significative n'est présente pour les taux de réponses correctes pour les symboles entre les deux groupes ($p > .10$). Ainsi, lors de la modalité langagière, et seulement pour celle-ci, le taux de réponses correctes des étudiants dyslexiques est significativement inférieur à celui des étudiants normo-lecteurs.

La deuxième ANOVA, réalisée entre les groupes DL et CL, ne montre pas d'interaction significative entre le Groupe et le Type d'items ($F(1, 34) = 1,87, p > .10$).

4.2 Temps de réponse

Concernant l'analyse des temps de réponses (Figure 3), il existe un effet simple du Groupe ($F(2, 51) = 4,96, p < .02$). De manière significative, les enfants normo-lecteurs sont plus lents que les participants des deux autres groupes. Le post hoc de Bonferroni confirme une différence significative entre les groupes CA et CL ($p = .014$) et met en évidence une différence entre les groupes DL et CL, à titre de tendance ($p = .059$). Les enfants normo-lecteurs sont plus lents que les étudiants normo-lecteurs et auraient tendance à être également plus lents que les étudiants dyslexiques, quel que soit le type d'items.

L'effet simple du Type d'items et l'interaction Groupe*Type d'items ne sont pas significatifs.

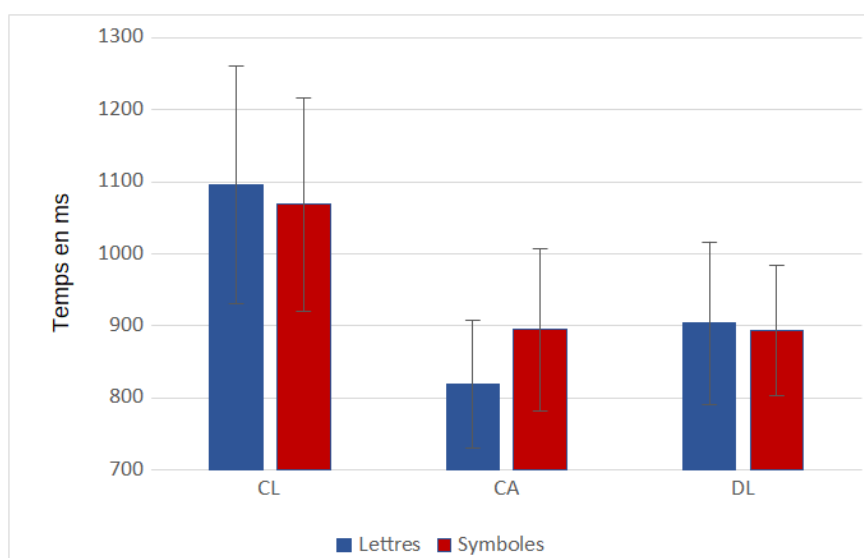


Figure 3. Temps de réponses selon le groupe (DL, CA, CL) et le type d'items (Lettres, Symboles).

5. Corrélations entre les compétences visuo-attentionnelles et phonologiques

Nous avons ensuite effectué des corrélations, tous groupes confondus, entre les résultats aux tâches d'EVA et ceux aux tâches phonologiques et visuo-attentionnelles, afin de rechercher un lien entre les capacités visuo-attentionnelles et phonologiques.

Les analyses, présentées dans le Tableau 5, ont été réalisées entre le pourcentage de réponses correctes aux tâches d'EVA (lettres et symboles), les temps de réponses à l'épreuve de métaphonologie, le pourcentage de réponses correctes à l'épreuve de mémoire à court terme verbale, les épreuves de dénomination rapide et les tâches de barrage. Ces épreuves ont été choisies en fonction de leurs différences significatives entre les groupes DL et CA.

Tableau 5. Corrélations entre les tâches d'EVA et les autres tâches, pour les trois groupes confondus.

Variables	EVA Lettres % de réponses correctes	EVA Symboles % de réponses correctes
Métaphonologie <i>Moyenne des temps de réponses</i>	$r = -.29, p = .036^*$	$r = -.03, p = .812 \text{ ns}$
Mémoire verbale à court terme <i>% de réponses correctes</i>	$r = .08, p = .562 \text{ ns}$	$r = .13, p = .359 \text{ ns}$
DRA Images <i>Items/sec</i>	$r = .44, p = .001^{***}$	$r = .27, p = .051 \text{ ns}$
DRA Lettres <i>Items/sec</i>	$r = .50, p < .001^{***}$	$r = .20, p = .142 \text{ ns}$
Barrage Symboles <i>Score/38</i>	$r = .15, p = .290 \text{ ns}$	$r = .29, p = .036^*$
Barrage Lettres <i>Score/115</i>	$r = .39, p = .003^{**}$	$r = .42, p = .001^{***}$

Note. ns = non significatif ; * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .001$.

Il existe une corrélation négative entre le taux de réponses correctes à l'EVA Lettres et les temps de réponse en métaphonologie (Figure 4). Les participants ayant obtenu les plus faibles taux de réponses correctes à la tâche d'EVA Lettres sont aussi les plus lents à répondre dans la tâche de métaphonologie.

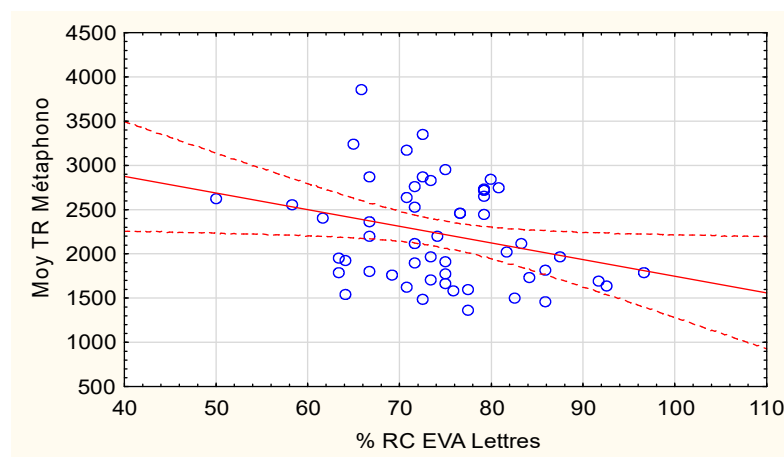


Figure 4. Graphique de corrélation négative entre le taux de réponses correctes à l'EVA Lettres et les temps de réponse en métaphonologie.

Il existe par ailleurs une corrélation positive entre le taux de réponses correctes à la tâche d'EVA Lettres et les scores en dénomination rapide pour les deux modalités (Figures 5 et 6). Ainsi, les participants aux plus faibles taux de réponses correctes à la tâche d'EVA Lettres sont aussi ceux ayant obtenu les scores les plus faibles en dénomination rapide.

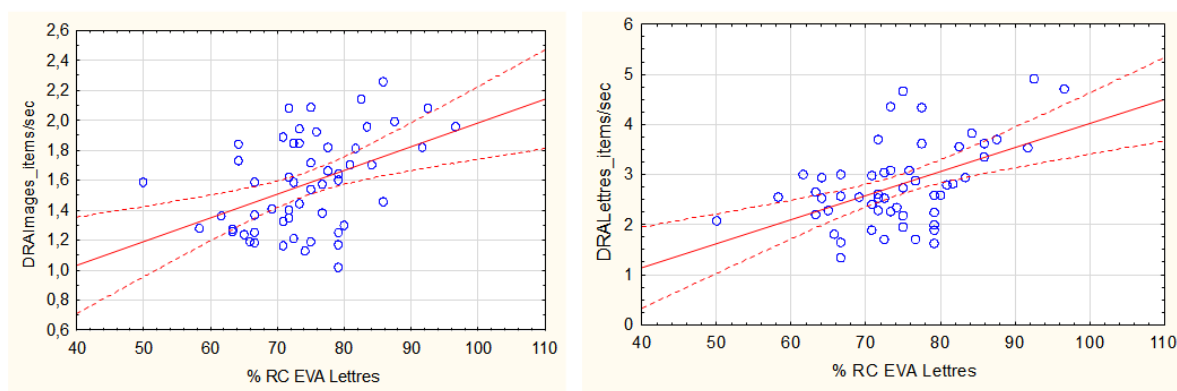


Figure 5 et 6. Corrélations positives entre le taux de réponses correctes à l'EVA Lettres et les scores à la tâche de dénomination rapide d'images (à gauche) et de lettres (à droite).

Il existe également une corrélation positive entre le taux de réponses correctes aux tâches d'EVA (Lettres et Symboles) et les scores de la tâche de barrage de lettres. Les participants aux plus faibles taux de réponses correctes aux tâches d'EVA sont ceux qui obtiennent des scores plus faibles à la tâche de barrage de lettres.

Enfin, on observe une corrélation positive entre le taux de réponses correctes à la tâche d'EVA Symboles et les scores à la tâche de barrage de symboles. Les participants avec les plus faibles taux de réponses correctes aux tâches d'EVA Symboles sont ceux qui obtiennent les plus faibles scores à la tâche de barrage de symboles.

Discussion

Notre étude avait deux objectifs principaux : dans un premier temps, déterminer si un déficit d'EVA était observé chez des participants dyslexiques dans une tâche d'EVA en modalité langagière et/ou non langagière ; dans un second temps, déterminer les liens entre les difficultés d'EVA et les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles afin d'identifier l'origine de ce déficit d'EVA.

Dans cette partie, nous mettrons nos résultats en regard de nos trois hypothèses initiales puis nous évoquerons les limites de notre étude et les implications cliniques qui peuvent en découler.

1. Synthèse des résultats en regard de nos hypothèses

1.1. Caractéristiques des groupes sur les tâches de lecture et de phonologie

Nous avons pu constater que les étudiants DL sont moins performants en lecture de pseudo-mots par rapport aux deux groupes contrôles, traduisant ainsi une atteinte spécifique de la voie phonologique. Cette observation est en accord avec les données de la littérature sur le sujet (comparaison avec des adultes de même âge chronologique : Chiappe et al., 2002 ; Pennington et al., 1990 ; Ramus et al., 2003 ; comparaison avec des enfants normo-lecteurs de même niveau de lecture : Bruck, 1990 ; Miller-Shaul, 2005). Les performances des étudiants DL sont également plus faibles en lecture de mots irréguliers (exactitude et vitesse) que celles des étudiants CA. Ces résultats montrent que les étudiants dyslexiques présentent une atteinte persistante de la voie lexicale.

Nous observons que les étudiants dyslexiques sont également moins performants que les étudiants normo-lecteurs aux tâches phonologiques (scores inférieurs en dénomination rapide et mémoire phonologique à court terme, lenteur du traitement métaphonologique). Ces résultats mettent en évidence la persistance des difficultés touchant la triade phonologique, autre caractéristique des adultes dyslexiques décrite dans la littérature (conscience phonologique et dénomination rapide : Privat, 2009 ; mémoire phonologique à court terme : Chiappe et al., 2002 ; Hatcher et al., 2002 ; Pennington et al., 1990 ; Ramus et al., 2003). L'absence de différences avec les performances des participants CL suggère que ces difficultés sont une conséquence de leur niveau de lecture déficitaire.

Pour finir, nous pouvons mentionner que les participants des trois groupes obtiennent des scores très proches à la tâche de métaphonologie, ce qui pourrait résulter d'un effet plafond pour cette tâche. De la même manière, les enfants normo-lecteurs obtiennent des résultats

inférieurs à ceux des autres groupes à la tâche de recherche visuelle (lettres et symboles) et pourraient ainsi subir un effet plancher du test.

1.2. Caractéristiques des groupes sur la tâche d'EVA

Les résultats à la tâche d'EVA nous ont permis de constater, comme nous l'attendions, des différences entre les performances des étudiants dyslexiques et celles des participants des deux groupes contrôles. Tout d'abord, les étudiants dyslexiques auraient tendance à répondre de manière moins exacte que les étudiants normo-lecteurs, quel que soit le type d'items et cette différence ne se retrouve pas entre les étudiants dyslexiques et les enfants normo-lecteurs. Bien que ce ne soit qu'une tendance, les participants du groupe DL pourraient donc présenter un retard développemental sur les compétences visuo-attentionnelles. Il serait intéressant de confirmer ou d'infirmer cette tendance avec un échantillon de taille plus élevée.

Nos analyses mettent en évidence que les étudiants dyslexiques répondent moins correctement que les étudiants normo-lecteurs à la tâche d'EVA Lettres. Le fait que cette différence soit présente uniquement entre les étudiants dyslexiques et normo-lecteurs (et non entre DL et CL) suggère qu'elle est liée au moins bon niveau de lecture des participants dyslexiques. Par ailleurs, il n'y a pas de différence significative entre les résultats du groupe DL et ceux du groupe CA à la tâche d'EVA Symboles. Les difficultés des étudiants dyslexiques à la tâche d'EVA Lettres seraient donc d'origine phonologique.

De plus, des corrélations sont présentes entre le taux de réponses correctes à la tâche d'EVA Lettres et certaines tâches phonologiques (temps de réponse en métaphonologie, scores en dénomination rapide). Ces corrélations rendent compte de la dimension phonologique de la tâche d'EVA Lettres, dimension absente de la tâche d'EVA Symboles. Enfin, les corrélations entre le taux de réponses correctes aux deux tâches d'EVA et les scores aux tâches de barrage montrent que les capacités d'EVA sont liées à des aspects attentionnels.

1.3. Mise en relation de nos résultats et de nos hypothèses

Nous avons débuté cette étude avec trois hypothèses que nous mettons maintenant en lien avec nos résultats.

L'origine visuo-attentionnelle des difficultés d'EVA dans la dyslexie n'est pas vérifiée dans notre étude. Les performances des participants dyslexiques ne diffèrent pas de celles du groupe CL aux tâches d'EVA, qu'elles soient langagières ou non. Depuis, ils obtiennent des performances plus faibles par rapport au groupe CA uniquement à la tâche d'EVA en contexte langagier. Aux tâches de barrage, les performances des étudiants dyslexiques ne diffèrent pas non plus par rapport aux groupes contrôles. Enfin, il y a un écart significatif entre les performances du groupe DL à la tâche d'EVA en contexte langagier par rapport à celle en contexte non langagier, cette dernière étant moins bien réussie. Or, il ne devrait pas y avoir d'écart significatif entre ces deux conditions pour cette hypothèse.

Une origine mixte, phonologique et visuo-attentionnelle, des difficultés d'EVA ne paraît pas non plus confirmée. Des corrélations entre la tâche d'EVA Lettres et les compétences phonologiques sont présentes ainsi que des performances plus faibles à la tâche d'EVA Lettres pour le groupe DL par rapport au groupe CA. Cependant, les performances du groupe DL ne sont pas plus faibles à la tâche d'EVA en contexte non langagier ni aux tâches de barrage par rapport aux deux autres groupes. Toutefois, nous observons que les étudiants dyslexiques auraient tendance à répondre de manière moins exacte à la tâche d'EVA que les étudiants normo-lecteurs, quel que soit le type d'items. Il serait donc intéressant de préciser ces résultats avec un échantillon de taille plus importante.

L'origine phonologique des difficultés d'EVA dans la dyslexie semble se vérifier dans notre étude. En effet, les performances des participants dyslexiques sont significativement inférieures aux performances du groupe CA pour la tâche d'EVA en contexte langagier uniquement. De plus, des corrélations entre les résultats à la tâche d'EVA en contexte langagier et certaines compétences phonologiques sont observées, confirmant une composante phonologique. Au niveau des temps de réponse, on remarque également que, s'il n'y a pas de différence significative entre les groupes DL et CA, les participants dyslexiques réalisent des temps de réponse similaires pour la tâche d'EVA dans les deux modalités alors que les étudiants normo-lecteurs semblent légèrement plus rapides à la tâche d'EVA Lettres qu'à la tâche d'EVA Symboles. Ces résultats sembleraient montrer que les étudiants DL présenteraient plus de difficultés à traiter des stimuli langagiers. Cependant, les participants dyslexiques ne présentent pas de performances altérées à la tâche d'EVA en contexte langagier par rapport au contexte non langagier et ne réussissent pas moins bien que le groupe CL à la tâche d'EVA en contexte langagier.

Notre étude, en utilisant des stimuli langagiers et non langagiers et en évitant toute réponse verbale, visait à mesurer le plus purement possible les compétences visuo-attentionnelles. Nos résultats soutiennent une origine exclusivement phonologique des difficultés d'EVA chez les adultes dyslexiques. En outre, l'absence de différence significative entre les performances du groupe DL et celles du groupe CL suggère que le déficit d'EVA dans la dyslexie est une conséquence, et non une cause, d'un faible niveau de lecture. Une étude longitudinale pourrait permettre de confirmer ou d'infirmer ce lien. Enfin, il est à noter que ces déductions vont à l'encontre des données préliminaires observées en 2019 sur un plus petit nombre de cas, ce qui montre l'importance et la nécessité de recueillir des données auprès d'un échantillon de taille importante. Nos données pourront elles aussi être complétées afin d'obtenir des conclusions plus fiables.

2. Synthèse des résultats en regard de la littérature

Tout d'abord, les résultats de notre étude s'insèrent dans les données actuelles de la littérature concernant la persistance des difficultés phonologiques chez les adultes dyslexiques (Chiappe et al., 2002 ; Hatcher et al., 2002 ; Privat, 2009). En effet, à l'instar de la littérature sur le sujet et comparativement au groupe contrôle apparié sur l'âge, les performances des

étudiants dyslexiques sont plus faibles en mémoire verbale à court terme et en dénomination rapide. Ils présentent également une lenteur à la tâche de métaphonologie qui soutient l'idée d'un retard persistant en conscience phonologique (Privat, 2009).

Concernant les capacités visuo-attentionnelles, nos résultats s'opposent aux études qui mettent en évidence une altération de l'EVA chez les enfants dyslexiques (Lassus-Sangosse et al., 2008) voire qui suggèrent l'existence d'un lien causal entre les capacités d'EVA et l'acquisition de la lecture (Bosse, Valdois, & Dompnier, 2009). En effet, nous observons des difficultés chez les étudiants dyslexiques à la tâche d'EVA en modalité langagière uniquement. Ces difficultés ne se retrouvent pas dans la tâche d'EVA Symboles. De plus, notre étude montre que les étudiants dyslexiques auraient tendance à obtenir un score plus faible que les étudiants normo-lecteurs à la tâche d'EVA, quel que soit le type d'items. Cependant, cette différence ne se retrouve pas comparativement aux enfants normo-lecteurs ce qui réfuterait un lien de causalité entre un déficit de l'EVA et la dyslexie. Enfin, nous avons évoqué que les études soutenant l'hypothèse visuo-attentionnelle appuient l'idée selon laquelle les troubles d'EVA seraient dissociés des troubles phonologiques (Peyrin et al., 2012; Bosse et al., 2007 ; Valdois et al., 2012). A nouveau, les résultats de notre étude s'opposent à ces conclusions, notamment par la présence de corrélations entre la tâche d'EVA Lettres et certaines compétences phonologiques.

Nos résultats suggèrent donc une origine phonologique des difficultés à la tâche d'EVA en modalité langagière, à l'instar des études réfutant l'hypothèse visuo-attentionnelle (Ziegler et al., 2010).

3. Limites et pistes d'amélioration

Nous discuterons, dans cette partie, des limites de notre étude et des pistes d'amélioration envisageables.

3.1. Biais de sélection

Nous avons fait face à une première interrogation liée au recrutement de nos participants. Un des facteurs de variation souvent associé à la dyslexie est le sexe : un rapport INSERM rapporte en effet que les troubles de l'écrit sont de 1,5 à 3 fois plus fréquents chez les garçons que chez les filles (Barrouillet et al., 2007). Or, notre groupe expérimental d'étudiants dyslexiques comportait autant de filles que de garçons. Il aurait été intéressant de garder ce ratio de deux à quatre garçons pour une fille afin de disposer d'un échantillon le plus représentatif possible de la population dyslexique. Cependant, les études sur ce sujet ont généralement un nombre à peu près équivalent d'hommes et de femmes afin de pouvoir contrôler l'effet de genre (Cavalli et al., 2017 ; Lallier et al., 2016 ; Privat, 2019 ; Szenkovits & Ramus, 2005). Il était plus aisément réalisable pour nous de suivre les procédés de ces études étant donné que notre recrutement s'est fait sur la base du volontariat des candidats et que nous ne pouvions pas nous permettre de refuser des personnes au risque d'avoir des groupes finaux trop restreints.

De la même manière, les facteurs socio-culturels sont de réelles variables qui influencent de manière non négligeable les performances en langage écrit (Barrouillet et al., 2007), c'est pourquoi nous avons apparié nos trois groupes sur leur niveau socio-économique. Cependant, le score moyen des participants à la BSMSS reste assez élevé dans notre étude (46,3 sur un score maximum de 66), score en partie expliqué par la forte prévalence d'étudiants dyslexiques provenant de niveaux socio-économiques moyens ou élevés. En vue de futures explorations, il serait donc nécessaire de recruter des participants de niveaux socio-économiques moins élevés.

Par ailleurs, notre étude portait sur des personnes dyslexiques évoluant dans un cursus universitaire mais, qu'en est-il de celles ayant arrêté précocement les études ou suivant des études dites « professionnalisantes » ? Cette partie de la population dyslexique nécessite également d'être étudiée, d'autant plus que nous pouvons nous demander si les étudiants dyslexiques ne seraient pas des personnes avec des dyslexies peu sévères dans l'ensemble, leur permettant de poursuivre leurs études.

Enfin, nous pourrions avoir une limite liée à l'effectif de nos groupes de participants. Nous avons réussi à obtenir dix-huit participants par groupe, cependant nos résultats sont très différents par rapport aux données préliminaires obtenues auprès de groupes constitués de neuf personnes. C'est pourquoi nous pouvons nous demander si les résultats resteraient les mêmes avec un nombre plus important de participants.

3.2. Biais de matériel

Un biais relatif à l'ordre des protocoles s'est également présenté. En effet, nous avons deux ordres de passations dans lesquels les tâches d'EVA s'enchaînaient. Or, une tâche d'EVA comporte 130 items (entraînement compris) et demande en moyenne 6 minutes de concentration soutenue. Enchaîner les tâches dans les deux modalités représentait donc un important coût cognitif. De plus, les tâches d'EVA suivaient ou précédaient systématiquement l'épreuve des matrices qui demande également une attention soutenue. Cette succession a pu entraîner une diminution de l'attention chez les participants, notamment chez les enfants. Il aurait donc été préférable d'intervertir les tâches d'EVA avec des tâches phonologiques, plus rapides et moins coûteuses cognitivement et éviter de proposer l'épreuve des matrices à proximité des tâches d'EVA. Par ailleurs, à propos de la fatigue des participants et en particulier des enfants, il est à noter que l'heure, le jour et les conditions de passation variaient pour chacun. Les activités précédant la passation avaient donc pu demander plus ou moins de ressources cognitives, ce qui a pu entraîner une disparité au niveau de la fatigue initiale de chaque participant.

Nous pouvons également nous interroger sur l'ordre de passation des deux tâches d'EVA (lettres – symboles). Selon les ordres, l'une ou l'autre était passée en premier, ce qui, au vu de nos observations et des commentaires des participants, pouvait entraîner un effet d'habituation ou de fatigue pour la tâche effectuée en deuxième. Afin de contrôler ces effets, il serait intéressant d'apparier les groupes selon l'ordre de passation ou simplement d'analyser les résultats des participants aux deux tâches d'EVA selon l'ordre réalisé.

3.3. Biais de mesure

Enfin, il peut exister une limite liée aux variations inter-examineurs. Nos passations, bien que rigoureusement établies et en partie informatisées, ont été réalisées par six étudiantes différentes et ont donc subi des différences de mesures inévitables. L'épreuve de lecture de mots et de pseudo-mots d'EVALEC faisait notamment appel à une subjectivité relative pour coter les temps de latence et l'exactitude des réponses. La fidélité inter-juges pourrait être évaluée afin de mieux contrôler cet aspect.

Pour finir, afin d'analyser nos résultats nous avons effectué des ANOVAs ainsi que des corrélations qui ont mis en évidence des liens entre plusieurs compétences. Cependant, nous ne pouvons pas convenir avec certitude d'un lien de causalité entre ces compétences car cela demande l'utilisation d'autres types d'analyses telles que des études longitudinales ou d'intervention.

4. Implications pour la pratique clinique

Cette étude nous ouvre de nouvelles pistes de questionnement, notamment sur la prise en considération par les orthophonistes de la dimension visuo-attentionnelle dans la dyslexie. En effet, en bilan orthophonique de langage écrit, certains orthophonistes peuvent souhaiter tester les capacités d'EVA. Cependant, d'une part, nous avons vu que les personnes dyslexiques avaient des performances plus faibles que les normo-lecteurs uniquement en contexte langagier postulant une composante phonologique. D'autre part, les épreuves dans le commerce proposant d'évaluer l'EVA nécessitent en réalité la mobilisation de ressources phonologiques. Il existe, en effet, deux batteries proposant une évaluation de l'EVA : la batterie EVADYS (Valdois, 2014) et la tâche d'EVA d'EVALEO (Maeder, Roustit, Launay & Touzin, 2018). La première propose deux épreuves de report global et partiel de séquences de consonnes et une épreuve d'identification de lettres isolées ; la deuxième comprend une épreuve d'identification de chiffres et une épreuve de report global de chiffres. L'ensemble de ces tâches s'appuie sur du matériel langagier (i.e., lettres et chiffres) et se base sur une réponse verbale du sujet. Il paraît donc compliqué de dissocier, à la suite de ces épreuves, les difficultés d'EVA, des déficits phonologiques. Si les orthophonistes souhaitent tout de même évaluer l'EVA, il paraît essentiel d'utiliser une épreuve constituée uniquement de matériel non langagier et requérant une réponse motrice à l'instar de la tâche de symboles créée pour cette étude.

Par ailleurs, les résultats de notre étude nous amènent à être vigilant par rapport aux interventions orthophoniques essentiellement «visuo-attentionnelles» de la dyslexie. Premièrement, comme expliqué précédemment, nous ne disposons pas d'épreuves suffisamment pures pour dissocier un déficit de l'EVA d'un déficit phonologique. L'application d'une remédiation uniquement visuo-attentionnelle pourrait limiter l'entraînement nécessaire des compétences phonologiques. En outre, ces remédiations supposent un lien de causalité entre le processus cognitif visuo-attentionnel et le processus de lecture (Zoubrinetzky, 2018), lien que nous ne sommes pas en mesure de confirmer avec la présente étude.

Conclusion

Grâce à cette étude nous souhaitons approfondir les données actuelles de la littérature en nous intéressant à l'hypothèse visuo-attentionnelle. Notre objectif était de déterminer la présence d'un déficit d'EVA chez des adultes dyslexiques et son rôle dans la dyslexie. Nous voulions également comprendre ses liens avec les compétences phonologiques.

Pour cela, nous avons constitué trois groupes : un groupe expérimental composé d'étudiants dyslexiques et deux groupes contrôles normo-lecteurs (i.e., l'un apparié sur l'âge, l'autre sur le niveau de lecture). Nous leur avons administré des tests permettant de connaître leur niveau de lecture ainsi que leurs compétences phonologiques, visuo-attentionnelles et d'intelligence non-verbale. Nous avons ensuite comparé les compétences d'EVA de nos participants dyslexiques dans un contexte langagier et non langagier, à celles des deux groupes contrôles.

Les données récoltées ont montré que les étudiants dyslexiques avaient des performances inférieures en EVA Lettres par rapport aux étudiants normo-lecteurs, différence qui pourrait être liée à leur niveau de lecture plus faible. De plus, des corrélations entre les performances à la tâche d'EVA Lettres et à certaines tâches phonologiques ont été mises en évidence appuyant la présence d'une composante phonologique dans la tâche d'EVA Lettres. Ces résultats sont en faveur d'une origine purement phonologique du déficit d'EVA et s'opposent aux études en faveur d'une hypothèse visuo-attentionnelle. En outre, ils incitent à une prudence d'interprétation des données ultérieures sur ce sujet, basées sur l'utilisation de tâches de report. Ces tâches, qui nécessitent du matériel langagier et une réponse verbale, ne peuvent permettre d'évaluer les compétences visuo-attentionnelles de manière suffisamment pure.

L'investigation des compétences visuo-attentionnelles dans le contexte dyslexique mérite d'être poursuivie afin de mieux comprendre son rôle dans la dyslexie. Une étude longitudinale analysant l'influence du processus visuo-attentionnel qu'est l'EVA, avant puis après l'apprentissage de la lecture, pourrait par exemple être menée. Ce type d'étude nous permettrait d'élaborer des matériels de dépistage et/ou de diagnostic en conséquence.

Bibliographie

American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Washington, DC: American Psychiatric Association Publishing.

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

Barratt, W. (2012). The Barratt Simplified Measure of Social Status (BSMSS). Consulté à l'adresse <http://socialclassoncampus.blogspot.com/2012/06/barratt-simplified-measure-of-social.html>

Barrouillet, P., Billard, C., De Agostini, M., Démonet, J. F., Fayol, M., Gombert, J. E., ... & Valdois, S. (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie: bilan des données scientifiques* (Doctoral dissertation, Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM))

Bedoin, N., Kéïta, L., Leculier, L., Roussel, C., Herbillon, V., & Launay, L. (2010). Diagnostic et remédiation d'un déficit d'inhibition des détails dans la dyslexie de surface. Dans T. Rousseau, & F. Valette-Fruhinsholz (Eds.), *Le Langage oral : données actuelles et perspectives en orthophonie*. Isbergues : OrthoEditions.

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

Bosse, M.-L., & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance : a cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, 32(2), 230–253.

Bosse, M. L., Valdois, S., & Dompnier, B. (2009). Acquisition du langage écrit et empan visuo-attentionnel: une étude longitudinale. Dans N. Marec-Breton, A.-S. Besse, F. d. l. Haye, N. Bonneton-Botté & E. Bonjour (Eds.), *L'apprentissage de la langue écrite: approche cognitive* (pp. 167-178). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

Bourcier, C. (2019). *Hypothèse d'un déficit d'empan visuo-attentionnel chez l'étudiant dyslexique* (Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste), Université de Lille, Lille.

Bradley, L., et Bryant, P. (1983). Categorising sounds and learning to read-a causal connection. *Nature*, 301(5899), 419–421.

Bruck, M. (1990). Word recognition skills of adults with childhood diagnoses of dyslexia. *Developmental Psychology*, 3(26), 439–454.

Casalis, S. (2004). The concept of dyslexia. Dans *Handbook of children's literacy* (pp. 257–273). Springer, Dordrecht.

Casalis, S. (2018). *Les dyslexies*. Paris : Elsevier Masson.

Cavalli, E., Colé, P., Leloup, G., Poracchia-George, F., Sprenger-Charolles, L., & El Ahmadi, A. (2017). Screening for Dyslexia in French-Speaking University Students: An Evaluation of the Detection Accuracy of the Alouette Test. *Journal of Learning Disabilities*, 51(3), 268–282.

Cavalli, E., & Colé, P. (2018). Les dyslexies chez l'adulte. Dans S. Casalis (Ed.), *Les dyslexies*. (pp. 23–43). Issy-les-Moulineaux : Masson.

Chaves, N., Bosse, M. L., & Largy, P. (2010). Le traitement visuel est-il impliqué dans l'acquisition de l'orthographe lexicale? *ANAE-Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez L'enfant*, 107, 133–141.

Chiappe, P., Stringer, R., Siegel, L. S., & Stanovich, K. E. (2002). Why the timing deficit hypothesis does not explain reading disability in adults. *Reading and Writing: an Interdisciplinary Journal*, 15(1), 73–107.

Colette, E. (2014). Les étudiants dyslexiques à l'université: profils, évaluation et prise en charge. Dans B. Stanké (Éd.), *La dyslexie-dysorthographe: hypothèses théoriques, évaluation et intervention*. Montréal : Presses de l'Université du Québec.

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J.-C. (2001). DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204–56.

Dumoulin, I. (2019). *Le déficit d'empan visuo-attentionnel chez l'adulte dyslexique : une forme de déficit phonologique ?* (Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste), Université de Lille, Lille.

Ehri, L., Nunes, S., Willows, D., Schuster, B., Yaghoub-Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read : Evidence from the National reading panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, 36(3), 250–287.

Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Umiltà, C. & Mascetti, G. G. (2003). The role of visuospatial attention in developmental dyslexia: evidence from a rehabilitation study. *Cognitive Brain Research*, 15(2), 154–164.

Facoetti, A., & Turatto, M. (2000). Asymmetrical visual fields distribution of attention in dyslexic children: a neuropsychological study. *Neuroscience Letters*, 290(3), 216–218.

Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M.L, Molteni, M., Paganoni, P., Umiltà, C., & Mascetti, G.G. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*. 23(6), 841–855.

Fawcett, A. J., & Nicolson, R. I. (1999). Performance of dyslexic children on cerebellar and cognitive tests. *Journal of Motor Behavior*, 31(1), 68–78.

Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current Biology*, 22(9), 814–819.

Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. Dans K. Patterson, J. Marshall & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia: Neuropsychological and cognitive studies of phonological reading* (pp. 301–330). London: Erlbaum.

Gatignol, P., Plaza, M., & Robert-Jahier, A.-M. (2007). *DRA Adultes. Test de Dénomination Rapide*. Gisors: Adepro.

Giménez, A., Luque, J. L., Lopez-Zamora, M. et Fernandez-Navas, M. (2015). A self-report of reading disabilities for adults: ATLAS. *Anales de Psicología*, 31(1), 109–119.

Gola-Asmussen, C., Lequette, C., Pouget, G., Rouyer-Nicolas, C., & Zorman, M. (2011). *ECLA 16+. Évaluation des compétences de lecture chez l'adulte de plus de 16 ans*. Grenoble: CFCOP, Université de Provence Aix-Marseille; Laboratoire des sciences de l'éducation, Cognosciences, Université de Grenoble.

Goswami, U., & Bryant, P. (1990). *Phonological skills and learning to read*. London : Laurence Erlbaum Associates Ltd.

Goswami, U., Power, A. J., Lallier, M., & Facoetti, A. (2014). Oscillatory "temporal sampling" and developmental dyslexia: toward an over-arching theoretical framework. *Frontier in Human Neuroscience*, 8, 904.

Griffiths, N.K. & Snowling, M. (2002). Predictors of exception word and non-word reading in dyslexic children : the severity hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 34–43.

Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 525–532.

Hatcher, J., Snowling, M. J., & Griffiths, Y. M. (2002). Cognitive assessment of dyslexic students in higher education. *British Journal of Educational Psychology*, 72(1), 119–133.

Jacquier, C., Naudin, O., Roisin, A., Hoen, M., & Meunier, F. (2009). Évaluation psychosociale de l'impact de la dyslexie à l'âge adulte. *Colloque Neurosciences, Éducation et Francophonie (NEF)* (24-26 mars). Lyon, France.

Laberge, D., & Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, 96(1), 101–124.

Lallier, M., Acha, J., & Carreiras, M. (2016). Cross-linguistic interactions influence reading development in bilinguals: a comparison between early balanced French-Basque and Spanish-Basque bilingual children. *Developmental Science*, 19(1), 76–89.

Lassus-Sangosse, D., N'guyen-Morel, M.-A., & Valdois, S. (2008). Sequential or simultaneous visual processing deficit in developmental dyslexia? *Vision Research*, 48(8), 979–988.

Lecocq, P. (1991). *Apprentissage de la lecture et dyslexie*. Liège : Mardaga.

Lefavrais, P. (2005). *Alouette-R*. Paris: ECPA.

Lefly, D. L., & Pennington, B. F. (2000). Reliability and validity of the adult reading history questionnaire. *Journal of Learning Disabilities*, 33(3), 286-296.

Leibnitz, L., Grainger, J., Muneaux, M., & Ducrot, S. (2016). Processus visuo-attentionnels et lecture: une synthèse. *L'Année Psychologique*, 116(4), 597–622.

Leloup, G., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (à paraître). *Test Evalec-Adulte*. Isbergues : Ortho Editions.

Lobier, M., Zoubrinetzky, R., & Valdois, S. (2012). The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal. *Cortex*, 48(6), 768–773.

Lonigan, C. J., & Shanahan, T. (2009). Developing early literacy: Report of the National Early Literacy Panel. Executive summary. A Scientific synthesis of early literacy development and implications for intervention. *National Institute for Literacy*.

Lundberg, I., Oloffsson Å., & Wall S. (1980). Reading and spelling skills in the first school years predicted from phonemic awareness skills in kindergarten. *Scandinavian Journal of Psychology*, 21(3), 159–173.

Maeder, C., Roustit, J., Launay, L., & Touzin, M. (2018). *EVALEO 6-15*. Isbergues : Ortho Editions

Mazur-Palandre, A., Abadie, R. et Bedoin, N. (2016). *Étudiants dyslexiques à l'Université : Spécificités des difficultés ressenties et évaluation des déficits*. Dans M. Habib (Ed.), 141–179. De Boeck.

Miller-Shaul S. (2005). The characteristics of young and adult dyslexics readers on reading and reading related cognitive tasks as compared to normal readers. *Dyslexia*, 11(2), 132–151.

Pennington, B. F., Van Orden, G. C., Smith, S. D., Green, P. A., & Haith, M. M. (1990). Phonological processing skills and deficits in adult dyslexics. *Child Development*, 61(6), 1753–1778.

Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2015). Developmental dyslexia. *Annual Review of Clinical Psychology*, 11(1), 283–307.

Peyrin, C., Lallier, M., Démonet, J. F., Pernet, C., Baciou, M., Le Bas, J. F., & Valdois, S. (2012). Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia: fMRI evidence from two case reports. *Brain and Language*, 120(3), 381–394.

Privat, D. (2009). Lecture et dyslexie développementale chez l'adulte francophone universitaire (Doctoral dissertation, University of Geneva).

Ramus, F. (2010). Génétique de la dyslexie développementale. Dans S. Chokron & J.-F. Démonet (Eds.), *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages* (pp. 67–90). Marseille: Solal.

Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841–865.

Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 129–141.

Raven, J. C., Raven, J. E., & Court, J. H. (1998). *Progressive matrices*. Oxford: Oxford Psychologists Press.

Scarborough, H. S. (1990). Very Early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61(6), 1728–1743.

Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151–218.

Snowling, M. J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 37–46.

Sprenger-Charolles, L., Colé, P., & Serniclaes, W. (2006). *Reading Acquisition and developmental dyslexia*. London: Psychology Press.

Szenkovits, G., & Ramus, F. (2005). Exploring dyslexics' phonological deficit I: Lexical vs sub-lexical and input vs output processes. *Dyslexia*, 11(4), 253–268.

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disability in children. *Brain and Language*, 9(2), 182–198.

Touzin, M., & Vaivre-Douret, L. (1999). Les différents troubles d'apprentissage. *Actualité et Dossier en Santé Publique*, 26, 30–37.

Valdois, S. (2004). Les sous-types de dyslexies développementales. Dans S. Valdois, P. Colé, & D. David (Eds.), *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales : De la théorie à la pratique orthophonique et pédagogique* (pp. 171–198). Marseille : Solal.

- Valdois, S. (2010). Evaluation des difficultés d'apprentissage de la lecture. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, 15(1), 89–103.
- Valdois, S., Bidet-Ildei, C., Lassus-Sangosse, D., Reilhac, C., N'Guyen MA., Guinet, E., Orliaguet, J-P. (2011) A visual processing but no phonological disorder in a child with mixed dyslexia. *Cortex*, 47(10), 1197–1218.
- Valdois, S., Bosse, M.-L., Ans, B., Carbonnel, S., Zorman, M., David, D., & Pellat, J. (2003). Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia: Evidence from two case studies. *Reading and Writing*, 16(6), 541–572.
- Valdois, S., Guinet, E., & Embs, J.L. (2014). EVADYS: outil de diagnostic des troubles de l'empan VA. Grenoble: Laboratoire de Psychologie et Neurocognition.
- Valdois, S., Lassus-Sangosse, D., & Lobier, M. (2012). Impaired letter-string processing in developmental dyslexia: what visual-to-phonology code mapping disorder? *Dyslexia*, 18(2), 77–93.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J. & Scanlon, D.M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2–40
- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(2), 57–63.
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101(2), 192–212.
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91(3), 415.
- World Health Organization. (2019). ICD-11 for mortality and morbidity statistics. 2019.
- 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.
- Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., Dufau, S., & Grainger, J. (2010). Rapid processing of letters, digits and symbols: what purely visual-attentional deficit in developmental dyslexia? *Developmental Science*, 13(4), F8–F14.

Zorman M. (1999). Evaluation de la conscience phonologique et entraînement des capacités phonologiques en Grande Section de maternelle. *Rééducation Orthophonique*, 197, 139–157.

Zoubrinetzky, R. (2018). Les remédiations visuelles dans la dyslexie développementale. Dans S. Casalis (Ed.), *Les dyslexies* (pp. 227-248). Paris : Elsevier Masson.

Liste des annexes

Annexe n°1 : Affiche de recrutement des participants contrôles.

Annexe n°2 : Affiche de recrutement des participants dyslexiques.

Annexe n°3 : Lettre d'information pour les étudiants.

Annexe n°4 : Consentement de participation à l'expérience destiné aux étudiants.

Annexe n°5 : Lettre d'information pour les parents.

Annexe n°6 : Consentement de participation destiné aux parents.

Annexe n°7 : Consentement de participation destiné aux enfants.