

MEMOIRE

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

Isabelle DUMOULIN

soutenu publiquement en juin 2019

Le déficit d'empan visuo-attentionnel chez l'adulte dyslexique : une forme de déficit phonologique ?

MEMOIRE dirigé par

Lucie MACCHI, Maître de Conférences, Département d'Orthophonie, STL, Université de Lille, Lille.

Gwendoline MAHE, Maître de Conférences, SCALab, Université de Lille, Lille.

Remerciements

Tout d'abord, je remercie chaleureusement Madame Macchi et Madame Mahé pour leur accompagnement, leur disponibilité inépuisable, leurs précieux conseils et leurs encouragements, tout au long de ce travail.

Je remercie également Madame Gibaru d'avoir accepté d'être lectrice de ce mémoire, et plus généralement je la remercie pour son aide et sa bienveillance au cours de ces études.

Merci à tous les enfants et étudiants qui ont accepté de participer à cette étude et ont largement contribué à la réalisation de ce travail.

Un immense merci aux maîtres de stage qui m'ont accueillie durant ces cinq années : merci d'avoir partagé généreusement vos connaissances, vos réflexions, votre pratique et surtout votre passion pour le métier d'orthophoniste. Sophie, Ingrid, Mélanie, Stéphanie, Elsie, Claire, Aurélie et Lucie : c'est vous qui m'avez donné envie de persévérer dans cette nouvelle voie et je vous en suis infiniment reconnaissante.

Un grand merci à Claire, ma « binôme » de mémoire pour son aide et pour nos échanges précieux durant ces deux années de travail.

Merci à Florence, Géraldine, Hugo et Laura : notre amitié, notre solidarité et nos fous-rires auront ensoleillé cette vie étudiante !

Merci à Béatrice et Pascale pour leur relecture et surtout pour leur amitié si précieuse.

Et merci du fond du cœur à tous mes proches, famille et amis, qui m'ont encouragée et accompagnée sur cette nouvelle route ...

Résumé :

Ce mémoire s'inscrit dans une approche pluraliste des dysfonctionnements cognitifs sous-jacents aux dyslexies développementales et porte sur la nature du déficit d'empan visuo-attentionnel chez des étudiants dyslexiques. Il a pour objectif de vérifier le caractère langagier ou non du déficit d'empan visuo-attentionnel et d'étudier ses relations avec les compétences phonologiques afin de mieux cerner son origine, phonologique ou purement visuo-attentionnelle, et donc son rôle dans la lecture. Une tâche originale, basée sur des stimuli à la fois langagiers et non langagiers et ne nécessitant pas de report verbal, a été spécifiquement élaborée afin d'effectuer des mesures précises sur l'empan visuo-attentionnel. Nos premiers résultats démontrent que les étudiants dyslexiques obtiennent globalement des résultats inférieurs à ceux des étudiants normo-lecteurs sur l'ensemble des stimuli visuels, langagiers ou non, et ne réussissent pas mieux sur des stimuli visuels non langagiers. Ceci semble donc réfuter l'hypothèse d'une origine uniquement phonologique des difficultés d'empan visuo-attentionnel et soutenir au contraire l'idée que les troubles d'empan puissent être d'origine purement visuo-attentionnelle. Cependant, certaines corrélations entre ces résultats et ceux des épreuves phonologiques nuancent ces premières données et laissent supposer que des compétences phonologiques pourraient être impliquées dans les habiletés d'empan visuo-attentionnel.

Mots-clés :

dyslexie développementale - adultes dyslexiques - déficit visuo-attentionnel - déficit phonologique

Abstract :

This study is part of a pluralistic approach to the cognitive dysfunctions underlying developmental dyslexia and focuses on the nature of visual attention span deficit in dyslexic students. It aims at verifying whether there is a linguistic character involved in the visual attention span deficit or not. Its purpose is also to study its potential links to phonological skills in order to better understand its phonological or purely visual attentional origin, and therefore its role in reading. An original task, based on both verbal and non-verbal stimuli and requiring no verbal report, was specifically implemented to perform precise measurements on the visual attention span. Overall, our initial results tend to demonstrate that dyslexic students score lower overall than normal-reader students on all visual stimuli, whether linguistic or not, and do not perform better on non-verbal stimuli. Consequently, this study seems to refute the hypothesis of a purely phonological origin of visual attention span difficulties and to support the idea that span disorders can only be of purely visual attentional origin. However, some correlations between these results and those of phonological tests nuance these early data and suggest that phonological skills may be involved in visual attention span skills.

Keywords :

Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	2
.1.Contexte théorique.....	2
.1.1.La dyslexie développementale : définition et épidémiologie.....	2
.1.1.1.Définitions actuelles de la dyslexie développementale.....	2
.1.1.2.Epidémiologie chez l'adulte.....	2
.1.2.Classification des dyslexies.....	3
.1.2.1.Classification basée sur le modèle de lecture à deux voies.....	3
.1.2.2.Les limites de cette classification.....	4
.1.3.Explication théorique de la dyslexie.....	4
.1.3.1.Multiplicité des théories.....	4
.1.3.2.Hypothèse phonologique.....	5
.1.3.2.1.Description des principales habiletés phonologiques et mise en évidence du trouble.....	5
.1.3.2.2.Etudes établissant un lien causal avec la dyslexie.....	5
.1.3.3.Hypothèses visuo-attentionnelles.....	6
.1.3.3.1.Les troubles visuo-attentionnels associés à un déficit phonologique.....	6
.1.3.3.2.Liens avec la lecture et les compétences phonologiques.....	7
.1.3.3.3.Troubles visuo-attentionnels non associés à un déficit phonologique : théorie de l'empan visuo-attentionnel.....	7
.2.Problématique : Objectifs et hypothèses.....	10
.2.1.Objectifs.....	10
.2.2.Hypothèses.....	10
Méthode.....	11
.1.Participants.....	11
.1.1.Sélection de la population et constitution des groupes.....	11
.1.2.Critères d'inclusion et d'exclusion.....	11
.1.3.Modalités de recrutement.....	11
.2.Matériel.....	12
.2.1.Questionnaires.....	12
.2.2.Evaluation des compétences en lecture : tests standardisés.....	12
.2.2.1.Lecture de texte.....	12

.2.2.2.Lecture de mots isolés.....	13
.2.3.Evaluation de l'intelligence non-verbale : test standardisé.....	13
.2.4.Evaluation des compétences phonologiques : tests standardisés.....	13
.2.4.1.Dénomination rapide.....	13
.2.4.2.Mémoire phonologique à court terme et métaphonologie.....	13
.2.5.Evaluation des compétences visuo-attentionnelles.....	14
.2.5.1.Epreuve de barrage : test standardisé.....	14
.2.5.2.Tâche de mesure de l'empan visuo-attentionnel : tâche créée.....	14
.2.5.3.Validation des conditions expérimentales de la tâche EVA : prétest.....	15
.2.6.Organisation des passations.....	16
.2.7.Modalités de recueil et de traitement des données.....	17
Résultats.....	18
.1.Constitution et description des groupes.....	18
.1.1.Appariement des groupes.....	18
.1.2.Résultats pour les tâches de lecture et les tâches phonologiques.....	19
.1.3.Résultats sur les compétences visuelles : épreuve de barrage.....	20
.1.4.Résultats sur la tâche EVA, comparaison des modalités lettre et symbole.....	20
.1.4.1.Analyse en fonction du pourcentage de réponses correctes.....	21
.1.4.2.Analyse en fonction des temps de réponse.....	22
.1.5.Corrélation entre les compétences visuo-attentionnelles et les compétences phonologiques	22
Discussion.....	24
.1.Synthèse des résultats et mise en lien avec nos hypothèses.....	24
.1.1.Caractéristiques des groupes.....	24
.1.2.Résultats sur la tâche EVA.....	25
.1.3.Mise en relation avec les hypothèses.....	25
.2.Limites et perspectives.....	26
.2.1.Biais méthodologiques liés à la population :.....	26
.2.2.Biais méthodologiques liés au matériel :.....	27
.2.3.Biais méthodologiques liés aux différences inter-examineurs.....	27
.2.4.Implications dans la pratique clinique des orthophonistes.....	27
Conclusion.....	29
Bibliographie.....	30
Liste des annexes.....	35
Annexe n°1 : Données sociologiques des participants aux pré-tests.....	35
Annexe n°2 : Présentation des participants à l'étude.....	35
Annexe n°3 : Lettre d'information destinée aux étudiants.....	35
Annexe n°4 : Consentement de participation.....	35

<u>Annexe n°5 : Lettre d'information destinée aux parents.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°6 : Document de consentement de participation destiné aux parents.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°7 : Lettre d'information destinée aux enfants.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°8 : Affiches de recrutement pour les participants dyslexiques et contrôles.....</u>	<u>35</u>

Introduction

Reconnue comme problème de santé publique, la dyslexie développementale est un trouble spécifique de l'apprentissage de la lecture touchant 5 à 10% des enfants d'âge scolaire (World Health Organization, 2010). Malgré des années de rééducation orthophonique, leurs difficultés persistantes de lecture interfèrent durablement avec leur réussite académique et plus tard leur insertion professionnelle. Pour cette raison, la compréhension des mécanismes en jeu dans la dyslexie apparaît comme un enjeu majeur pour la recherche scientifique : elle permettrait de suggérer des outils spécifiques, des conseils et des remédiations adaptés à leurs profils.

Il est établi aujourd'hui que les difficultés de lecture des sujets dyslexiques auraient pour origine une altération de certaines compétences cognitives nécessaires pour la lecture. Deux grands types de déficits cognitifs, qui ne sont d'ailleurs pas forcément exclusifs, sont décrits : les déficits phonologiques et les déficits visuo-attentionnels. Il existe actuellement au sein de la communauté un large consensus sur une origine exclusivement phonologique de la dyslexie. Cependant l'existence de troubles visuels ou visuo-attentionnels chez des sujets dyslexiques et l'hétérogénéité des profils de dyslexie conduisent certains chercheurs à remettre en cause cette hypothèse unitaire et à proposer une approche pluraliste, dans laquelle un déficit phonologique entraînerait un certain type de dyslexie, tandis qu'un trouble visuo-attentionnel pourrait expliquer d'autres profils de dyslexie. Le débat est ainsi régulièrement relancé, la question n'étant pas de remettre en question l'existence de ces troubles visuo-attentionnels mais de déterminer dans quelle mesure ils pourraient être effectivement à l'origine de difficultés d'apprentissage de la lecture, et ceci indépendamment de tout déficit phonologique.

Notre étude s'inscrit dans ce débat : elle a pour objectif de mieux comprendre la nature exacte des difficultés d'empan visuo-attentionnel au sein d'une population d'adultes dyslexiques et d'établir a) si ces déficits peuvent s'observer sur du matériel aussi bien langagier que non langagier ; b) les relations entre ces déficits visuo-attentionnels et les déficits phonologiques classiquement rapportés au sein de cette population. Il est important de noter qu'une étude menée auprès d'adultes présente un grand intérêt car les déficits persistants chez l'adulte dyslexique pourraient correspondre à des caractéristiques déterminantes du trouble (Martin & Colé, 2009). Par ailleurs, l'écrit tient une place fondamentale dans notre société et les adultes dyslexiques rencontrent toujours des écueils dans leur vie quotidienne et professionnelle.

La première partie de ce mémoire aura pour objet le cadre théorique dans lequel s'inscrit cette étude. Nous définirons la dyslexie, puis nous aborderons les principales théories explicatives proposées actuellement. Dans un second temps, nous présenterons nos objectifs et hypothèses, ainsi que la partie expérimentale de notre étude, puis les résultats obtenus. Enfin, nous analyserons ces résultats au regard du contexte théorique et en rapport avec notre problématique et nos hypothèses initiales avant de conclure.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. Contexte théorique

1.1. La dyslexie développementale : définition et épidémiologie

1.1.1. Définitions actuelles de la dyslexie développementale

Les définitions de la dyslexie développementale les plus utilisées actuellement par la communauté scientifique sont issues des classifications internationales : la CIM-10 (10^e Classification Internationale des Maladies, OMS, 2003) et le DSM-5 (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 5^e édition, American Psychiatric Association, 2013). Ces définitions sont basées sur :

- des critères d'inclusion, à savoir des difficultés d'identification de mots écrits, de compréhension ou de production de texte, atteinte confirmée par un décalage d'au moins dix-huit mois par rapport au niveau scolaire ou des mesures standardisées affichant au moins deux écarts-types en dessous du niveau moyen attendu dans la classe d'âge de la personne. De plus, ces difficultés doivent être durables et avoir un retentissement significatif sur la scolarité et la vie quotidienne.

- des critères d'exclusion : ces difficultés ne doivent pas être mieux expliquées par des troubles neurologiques, des troubles sensoriels affectant la vision ou l'audition, des troubles psychiatriques, un retard intellectuel global, un environnement défavorable (faible niveau socio-culturel, absence de scolarisation ou enseignement inapproprié) ou par un manque de motivation ou d'intérêt.

Certains chercheurs ajoutent à cette définition une référence aux mécanismes cognitifs sous-jacents et à l'étiologie des troubles. Ainsi, la dyslexie développementale serait d'origine neurologique et caractérisée par une atteinte des habiletés de base responsables de l'identification des mots et de l'orthographe. Elle pourrait toucher aussi bien l'exactitude que la rapidité (Lyon, Shaywitz, B. A., & Shaywitz, S. E., 2003).

Enfin, Sprenger-Charolles et Colé (2013) mentionnent que la recherche fournit aujourd'hui des indicateurs comportementaux plus précis pour diagnostiquer la dyslexie. Ainsi, sa manifestation la plus probante est la difficulté à identifier des mots écrits sans aucun contexte et ce déficit se manifeste non seulement sur l'exactitude mais également sur la rapidité de lecture.

1.1.2. Epidémiologie chez l'adulte

En France, la dyslexie développementale touche environ 6 à 8% des enfants de chaque niveau scolaire (Expertise collective de l'Inserm, 2007). Etant donné qu'elle ne constitue pas un simple retard d'apprentissage de la lecture, mais un trouble neuro-développemental caractérisé par des mécanismes cognitifs atypiques, l'avancée en âge n'implique pas la disparition de toutes les difficultés. Ainsi, malgré les prises en charge et la mise en place de stratégies compensatoires, des anomalies persistent à l'âge adulte et même si à ce jour aucune étude épidémiologique ne permet d'évaluer précisément la prévalence chez les adultes, les chiffres observés chez les enfants (6 à 8%)

devraient s'appliquer à l'âge adulte (Martin & Colé, 2009).

En ce qui concerne le profil de ces adultes dyslexiques, les études mentionnent notamment une persistance du déficit d'identification des mots écrits particulièrement massive en lecture de pseudomots par rapport à des adultes de même âge chronologique (Chiappe et al., 2002 ; Pennington et al., 1990 ; Ramus et al., 2003) ou des enfants normo-lecteurs de même âge lexique (Bruck, 1990 ; Miller-Shaul, 2005). Elles font également état d'une lenteur importante dans certaines tâches phonologiques, comme la dénomination rapide d'images ou la manipulation de phonèmes, qui seront décrites ultérieurement.

1.2. Classification des dyslexies

1.2.1. Classification basée sur le modèle de lecture à deux voies

Les classifications de la dyslexie ont beaucoup évolué au fil du temps. La plus utilisée aujourd'hui est issue du modèle neuropsychologique de lecture à double voie de Marshall et Newcombe (1973), revu par de nombreux auteurs et dont l'article de référence dans le domaine est celui de Coltheart, Curtis, Atkins et Haller (1993), qui décrit les mécanismes de la lecture experte à voix haute.

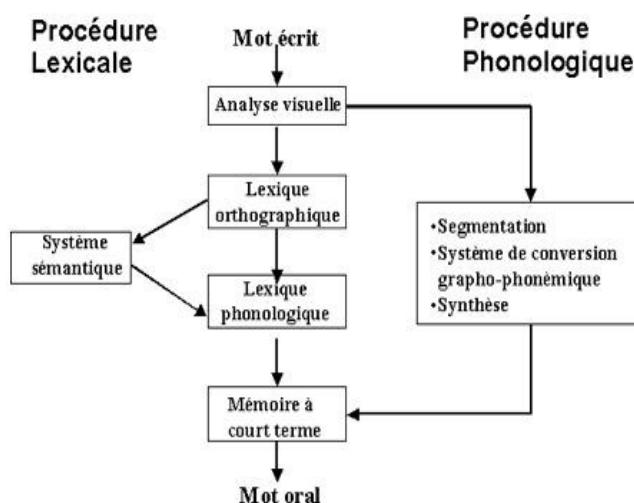


Figure 1. Représentation simplifiée du modèle à double voie de la lecture (Coltheart et al., 2001).

Ce modèle postule l'existence de deux voies de lecture pour identifier ou reconnaître des mots écrits : la voie phonologique et la voie lexicale. La voie phonologique repose sur un mécanisme de conversion graphème-phonème ; elle permet le décodage de nouveaux mots ou de pseudomots. Cette voie est prédominante chez les lecteurs débutants. La voie lexicale permet quant à elle un accès rapide à des représentations orthographiques de mots appris ainsi que le traitement de mots connus et de mots irréguliers. Elle s'automatise progressivement avec l'apprentissage de la lecture et prédomine chez le lecteur expert.

Selon ce modèle, deux troubles principaux entraînent trois différents types de dyslexies :

- La dyslexie phonologique correspond à une altération de la voie phonologique : les sujets présentent des difficultés marquées dans la lecture de pseudomots ou le déchiffrement de mots

nouveaux.

- La dyslexie de surface correspond à une altération de la voie lexicale : les sujets présentent alors des difficultés importantes dans la lecture de mots irréguliers.
- La dyslexie mixte, qui correspond à une altération des deux voies.

Les prévalences observées des différents profils de dyslexie varient fortement d'une étude à l'autre, notamment en fonction des méthodes d'analyse statistique employées. Une revue récente fait état des prévalences suivantes pour les sujets francophones : 63% de profils mixtes, 28% de profils dissociés, parmi lesquels 6% de dyslexiques phonologiques purs et 22% de dyslexiques de surface purs (Sprenger-Charolles, Siegel, Jiménez, & Ziegler, 2011)¹.

1.2.2. Les limites de cette classification

La classification communément utilisée s'appuie sur le modèle à double voie. Ce modèle a été établi en référence à des cas de dyslexies acquises suite à des lésions cérébrales, c'est-à-dire chez des personnes chez qui l'architecture fonctionnelle de la lecture était déjà mise en place. Or dans les cas de dyslexies développementales, le déficit de lecture ne résulte pas d'une lésion acquise mais se manifeste au cours de l'apprentissage, durant lequel les procédures de lecture se mettent en place en suivant une trajectoire spécifique, la maîtrise de la procédure phonologique précédant et conditionnant celle de la procédure lexicale (Sprenger-Charolles, Bogliotti, Kipffer-Picard, & Leloup, 2009). Dans les dyslexies développementales on ne devrait donc rencontrer que des profils mixtes avec des déficits des deux voies de lecture, celui de la voie phonologique devant toutefois être le plus appuyé. Pourtant des cas de dissociations ont été observés, donnant lieu à d'autres propositions de classifications. La plus couramment évoquée est celle basée sur le modèle connexionniste de lecture multitraces MTM (Ans, Carbonnel, & Valdois, 1998) qui postule l'existence de trois types de dyslexies : la dyslexie phonologique, la dyslexie visuo-attentionnelle, caractérisée par une lenteur en lecture et des erreurs essentiellement visuelles, et la dyslexie mixte.

1.3. Explication théorique de la dyslexie

1.3.1. Multiplicité des théories

Depuis des décennies, de nombreuses équipes de recherche se sont intéressées à la nature des dysfonctionnements cognitifs associés aux dyslexies développementales et il existe actuellement de multiples théories explicatives. Cette diversité est due à plusieurs facteurs : la complexité du trouble caractérisée par des profils très hétérogènes, une grande variété de symptômes dans le langage écrit mais également dans les domaines auditifs, visuels et moteurs, et une fréquente comorbidité avec d'autres troubles développementaux.

Le niveau d'explication auquel les chercheurs s'intéressent contribue lui aussi à cette multiplicité. On rencontre actuellement deux grands types d'approches théoriques. La première, dans laquelle s'inscrit ce mémoire, consiste à se baser sur les facteurs proximaux de la dyslexie, à savoir le déficit cognitif particulier censé être la cause directe du trouble. Sur ce déficit, deux principales hypothèses s'affrontent aujourd'hui. Une hypothèse unitaire largement admise considère qu'un trouble phonologique engendre d'abord une dyslexie phonologique puis, par conséquent, une dyslexie de surface (Ramus, 2003). Une hypothèse pluraliste opposée postule, elle, qu'un trouble

¹ Il s'agit ici d'une moyenne effectuée sur 130 sujets dyslexiques français, 9% d'entre eux ne présentaient pas de déficits clairement identifiés permettant de les intégrer dans l'une des trois catégories citées.

visuo-attentionnel serait responsable d'une dyslexie de surface alors qu'un trouble phonologique serait responsable d'une dyslexie phonologique (Valdois, Colé, & David, 2004).

Des approches distales alternatives accordent au contraire un rôle prépondérant aux symptômes sensoriels et moteurs en postulant qu'ils reflètent la cause biologique profonde des troubles cognitifs. Cette approche a donné lieu à une grande variété d'hypothèses aujourd'hui largement débattues, notamment au niveau de leur réel lien de causalité avec la dyslexie.

1.3.2. Hypothèse phonologique

Au cours des trente dernières années, la théorie phonologique s'est imposée comme la théorie explicative dominante de la dyslexie et il est désormais largement admis que ce trouble du langage écrit est dû à un déficit phonologique, c'est-à-dire un déficit d'accès aux représentations phonologiques à partir de l'écrit (Ramus & Szenkovits, 2008 ; Sprenger-Charolles & Casalis, 1996). Elle repose sur l'idée que la lecture est avant tout une activité langagière et que l'apprentissage d'un système alphabétique nécessite d'établir des liens entre les phonèmes et les graphèmes.

1.3.2.1. Description des principales habiletés phonologiques et mise en évidence du trouble

La théorie phonologique relie les déficits en lecture des sujets dyslexiques à des troubles de la conscience phonologique, de la mémoire à court terme phonologique ainsi qu'à des troubles d'accès au lexique, généralement évalués par des tâches de dénomination rapide.

La conscience phonologique s'acquiert avec le développement de la parole chez l'enfant et se définit comme la capacité à percevoir et manipuler les unités sonores de la langue : phonèmes, syllabes, ou rimes. En tenant compte du fait que les écritures alphabétiques comme le français s'analysent sur le plan du phonème, il est indiscutable que ce traitement phonologique est essentiel à la mise en place d'un système de correspondance grapho-phonémique et donc à l'acquisition de la lecture.

La mémoire à court terme phonologique, elle, est responsable du maintien temporaire d'informations verbales et dispose d'une capacité limitée. Elle est mise en jeu lors de l'assemblage des unités résultant de la conversion graphème-phonème (Casalis, 2018).

Enfin la dénomination sérielle rapide correspond à la rapidité avec laquelle les sujets ont accès aux représentations phonologiques à partir de stimuli visuels familiers (images d'objets, couleurs, suite de nombres ou de lettres). Elle est fortement corrélée à l'automatisation des processus en lecture (Lecocq, 1991).

Le déficit des compétences phonologiques se manifeste notamment par les difficultés importantes et persistantes des personnes dyslexiques dans des épreuves testant la conscience phonologique (ex. suppression de phonèmes), la mémoire phonologique à court terme (ex. répétition de pseudomots), et par des temps anormalement longs lors d'épreuves de dénomination rapide (ex. dénomination d'images ou de lettres).

1.3.2.2. Etudes établissant un lien causal avec la dyslexie

De nombreuses études ont visé à établir la nature causale du déficit phonologique. Il a été ainsi démontré que les enfants dyslexiques obtiennent des performances plus faibles que les normo-lecteurs de même âge chronologique sur les épreuves citées précédemment (Snowling, 2000 ; Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004). La même tendance est d'ailleurs observée si on

compare les enfants dyslexiques à des normo-lecteurs plus jeunes mais de même niveau de lecture (Fawcett, Nicholson, & Dean, 1994). De plus, les études longitudinales démarrant avant l'apprentissage de la lecture montrent que les enfants dyslexiques diagnostiqués quelques années plus tard présentent dès le départ des capacités phonologiques plus faibles que les enfants témoins, et que celles-ci prédisent les performances ultérieures en lecture (Lundberg, Olofsson, & Wall, 1980 ; Scarborough, 1990 ; Snowling, 2000). Enfin, le fait qu'un entraînement de la conscience phonologique améliore la lecture ou son apprentissage renforce encore cette présomption de causalité (Ehri et al., 2001). Plus récemment, des déficits de précision et surtout de rapidité dans l'accès au lexique ont été mis en relief chez les dyslexiques (Wolf & Bowers, 1999).

Pour les tenants de cette hypothèse, le trouble phonologique est donc à l'origine de toutes les dyslexies. La variabilité des performances des dyslexiques et l'hétérogénéité de leurs profils proviendraient de son degré de sévérité, de capacités cognitives générales ou de facteurs environnementaux (Ramus, 2003). Pour autant, l'existence de troubles visuels ou visuo-attentionnels est largement documentée dans le cadre de dyslexies développementales, certains étant associés mais d'autres non à une altération des processus phonologiques. Certains chercheurs soutiennent ainsi une hypothèse alternative selon laquelle le trouble phonologique ne serait pas forcément sous-jacent à toutes les dyslexies et qu'il existerait des troubles visuels ou visuo-attentionnels non associés à un déficit phonologique qui pourraient rendre compte d'une autre forme de dyslexie de surface et expliquer certaines dissociations dans le type d'erreurs que peuvent réaliser les dyslexiques (Valdois, 2014).

1.3.3. Hypothèses visuo-attentionnelles

Si l'activité de lecture repose sur des traitements linguistiques, c'est également une activité complexe nécessitant un encodage correct de l'identité et de l'emplacement de chaque lettre, donc des procédures d'analyse visuelle spécifiques et de bonnes capacités visuo-attentionnelles (Ans, Carbonnel, & Valdois, 1998 ; Vidyasagar, 2004). Différents types de troubles visuels ont été décrits que l'on peut diviser en deux grandes catégories, selon qu'ils sont, ou non, associés à un déficit phonologique : a) des difficultés d'orientation rapide de l'attention et d'inhibition (Laberge & Brown, 1989) ; et b) des difficultés d'empan visuo-attentionnel (Ans, Carbonnel & Valdois, 1998).

1.3.3.1. Les troubles visuo-attentionnels associés à un déficit phonologique

Laberge et Brown (1989) ont décrit deux processus visuo-attentionnels déterminants lors de la lecture : la capacité à orienter rapidement son attention vers les unités orthographiques pertinentes à traiter et la capacité à inhiber les informations adjacentes. De nombreux travaux ont mis en évidence une altération de ces deux compétences visuo-attentionnelles dans la dyslexie développementale. Des études font ainsi état d'un ralentissement attentionnel : certains sujets dyslexiques auraient des difficultés : a) à engager des ressources attentionnelles sur un premier stimulus ; b) à les désengager de ce stimulus en direction d'un nouveau. Ces troubles sont particulièrement observés lors du traitement de séquences de stimuli présentés en succession rapide. Ce ralentissement pourrait altérer la segmentation attentionnelle des séquences de lettres en groupes de lettres et aurait de ce fait un impact négatif non seulement sur la lecture experte des lettres mais aussi sur le décodage phonologique (Facoetti, Ruffino, Peru, Paganoni, & Chelazzi, 2008 ; Mahé,

Doignon-Camus, Dufour, & Bonnefond, 2014).

En ce qui concerne les capacités d'inhibition, un phénomène de « mini-héminégligence gauche » a été rapporté dans la dyslexie par Hari et ses collaborateurs, dont les travaux ont été répliqués par l'équipe italienne de Facoetti (Hari & Renvall, 2001 ; Facoetti et al., 2000). Dans différentes tâches inspirées du paradigme de Posner², leurs études ont relevé des temps de réaction beaucoup plus longs à gauche qu'à droite chez les dyslexiques, soulevant l'hypothèse d'une difficulté d'orientation de l'attention vers la partie gauche du champ visuel. Cette mini-négligence gauche aurait pour corollaire une hyper-sensibilité aux stimuli apparaissant dans l'hémichamp droit, suggérant un déficit d'inhibition dans ce même champ (Facoetti et al., 2005).

Les deux compétences attentionnelles impliquées dans la lecture (i.e., l'orientation rapide de l'attention et l'inhibition de distracteurs) seraient donc altérées dans la dyslexie développementale.

1.3.3.2. Liens avec la lecture et les compétences phonologiques

Plusieurs études ont relevé une corrélation entre les performances en attention visuo-spatiale et en lecture chez des enfants de 11-12 ans : les enfants avec les performances les plus basses en barrage de cibles ont aussi un niveau de lecture significativement moins bon (Casco, Tressoldi, & Dellantonio, 1998). De même, les travaux de Facoetti et ses collaborateurs (Facoetti et al., 2006 ; Franceschini, Gori, Ruffino, Pedrolli, & Facoetti, 2012) ont souligné l'importance de l'attention visuelle sélective en tant que prédictrice d'un développement ordinaire ou atypique de la lecture.

Cependant, les études qui prenaient en compte l'ensemble du profil cognitif des enfants dyslexiques n'ont conclu à la présence de troubles visuo-attentionnels que chez des dyslexiques présentant parallèlement une altération des processus phonologiques (Facoetti et al., 2003 ; Lallier et al. 2009 ; Ruffino et al., 2010). Il paraît donc difficile d'affirmer que le trouble visuo-attentionnel contribue au trouble d'apprentissage de la lecture indépendamment du déficit phonologique.

On ne peut nier aujourd'hui que des dysfonctionnements visuels ou visuo-attentionnels sont fréquemment associés aux troubles dyslexiques. Néanmoins, la plupart des recherches mentionnées jusqu'ici ont décrit ces dysfonctionnements dans un contexte de troubles phonologiques et l'atteinte phonologique constitue donc toujours l'origine présumée du trouble dyslexique.

Ces dernières années pourtant, des travaux ont ouvert de nouvelles perspectives en suggérant qu'une forme particulière de dysfonctionnement visuo-attentionnel, à savoir un trouble de l'empan visuo-attentionnel (Bosse et al., 2006), pourrait être associée à certaines dyslexies et s'observer indépendamment de toute atteinte phonologique.

1.3.3.3. Troubles visuo-attentionnels non associés à un déficit phonologique : théorie de l'empan visuo-attentionnel.

Définition de l'empan visuo-attentionnel et déficits associés

L'empan visuo-attentionnel (EVA) correspond au nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément ; dans le cadre de la lecture, il s'agit du nombre de lettres pouvant être traitées simultanément au cours d'une fixation oculaire (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007). La quantité de ressources attentionnelles mobilisables lors de ce traitement détermine la

² Il s'agit d'une tâche de détection de cibles dans les hémichamps droit et gauche et d'une tâche de jugement d'ordre temporel consistant à dire laquelle des deux barres présentées à droite et à gauche d'un point de fixation apparaît la première.

taille de l'EVA, qui a des conséquences directes sur l'apprentissage de la lecture. En effet, lire nécessite de distribuer son attention de façon homogène sur l'ensemble des lettres d'un mot afin que celui-ci puisse être rapidement identifié. Le sujet présentant un EVA réduit aura des difficultés à identifier plusieurs lettres en même temps, donc à identifier un mot dans sa globalité et à mémoriser une représentation stable de ce mot. La taille de l'EVA augmente entre la maternelle et l'âge adulte mais ne dépasse généralement pas cinq items correctement identifiés simultanément.

Evaluation des troubles de l'empan visuo-attentionnel

L'EVA est classiquement mesuré par des épreuves de report global et partiel de lettres (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007), de chiffres (Hawelka & Wimmer, 2005) ou, beaucoup plus rarement, de stimuli non alphanumériques (Ziegler et al., 2010). L'épreuve de report global consiste à rappeler une séquence de cinq consonnes présentées pendant 200 ms (durée moyenne d'une fixation oculaire). La moyenne du nombre de lettres rappelées sur vingt séquences donne une estimation fiable de la taille de l'EVA. L'épreuve de report partiel correspond, elle, à la capacité d'identification d'une seule lettre. On présente au sujet une séquence de cinq lettres et on lui indique ensuite la position de la lettre, parmi cinq possibles, à rapporter. Ces deux épreuves sont systématiquement accompagnées d'une épreuve d'identification des lettres isolées, afin de vérifier que les éventuelles difficultés d'EVA ne seraient pas reliées à un trouble de l'identification de lettres isolées.

Relation causale avec la dyslexie

La plausibilité d'une relation causale du trouble de l'EVA à la dyslexie est décrite par le modèle connexionniste de lecture multitraces MTM (Ans, Carbonnel, & Valdois, 1998) qui explicite comment un trouble de l'EVA peut entraîner un trouble spécifique d'apprentissage de la lecture.

Ce modèle se base sur l'existence de deux procédures de lecture, l'une globale assurant la lecture des mots familiers, l'autre analytique permettant le traitement de mots non familiers, après échec du mode global. Les deux procédures de lecture diffèrent quant à la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle et quant à l'implication de la mémoire à court terme phonologique. Le modèle MTM postule en effet l'existence d'une fenêtre attentionnelle de taille variable, qui délimite la quantité d'information orthographique traitée à chaque étape de la lecture et qui joue un rôle majeur dans la lecture experte. Il inclut deux composantes : une composante phonologique et une composante visuo-attentionnelle et conduit à faire l'hypothèse qu'une atteinte sélective de ces composantes peut entraîner des formes distinctes de dyslexies. Des déficits phonologiques compromettraient la procédure analytique de la lecture qui intervient lors du déchiffrement de nouveaux mots ou de pseudomots. D'un autre côté, une réduction de la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle entraverait la procédure globale de lecture qui intervient lors de la reconnaissance de mots familiers, dans la mesure où cette fenêtre ne permettrait pas de s'ajuster à la taille de ces mots et de traiter simultanément l'ensemble des lettres les composant. Une fenêtre visuo-attentionnelle réduite pourrait jusqu'à un certain point ne pas altérer la lecture de mots non familiers.

Ce modèle renvoie donc à la classification des dyslexies développementales évoquée plus haut, et caractérisée par trois types de dyslexies : une phonologique, une visuo-attentionnelle, et une mixte.

L'hypothèse de relation causale entre un trouble de l'EVA et certaines formes de dyslexies développementales est renforcée par le fait que l'EVA contribue à la performance de lecture dès le CP (Cours Préparatoire), indépendamment des compétences phonologiques. Si son rôle dans le

déchiffrage de pseudo-mots diminue tout au long du primaire, il reste important et constant dans la lecture de mots irréguliers. De plus, une étude transversale a montré que les capacités de traitement visuo-attentionnel en GSM (Grande Section Maternelle) étaient prédictives des performances en lecture et du stock lexical en CP (Bosse & Valdois, 2009).

En outre, des études de cas uniques comme des études de groupe ont permis d'identifier des personnes dyslexiques présentant un trouble de l'EVA sans troubles phonologiques associés, confirmant ainsi qu'un trouble de l'EVA pouvait bien être la cause d'un sous-type de dyslexie, et non un simple trouble associé (Valdois et al., 2003 ; Zoubrinetzky, Bielle, & Valdois, 2014). Notons cependant que Saksida et ses collaborateurs (2016) ont montré que les troubles isolés de l'EVA n'étaient pas observés lorsque la population était recrutée dans des centres référents recevant des enfants plus sévèrement atteints.

Limites de cette théorie

Cette théorie a été remise en question, notamment en raison du caractère verbal des tâches proposées pour mesurer l'EVA. En effet, non seulement celles-ci utilisent des stimuli verbaux (i.e., des lettres) mais elles nécessitent également une réponse verbale du sujet. Elles impliquent donc de récupérer rapidement la représentation phonologique des lettres à partir de leur forme écrite puis de restituer de manière verbale cette représentation phonologique. De ce fait, les performances observées pourraient aussi bien être liées à une altération de la mémoire phonologique à court terme et de la dénomination rapide, et non exclusivement à une altération de l'EVA. Les déficits d'EVA rapportés chez certains dyslexiques pourraient donc ne pas être indépendants des compétences phonologiques.

Certains auteurs ont tenté de déterminer le caractère langagier ou non des difficultés d'EVA des sujets dyslexiques mais les résultats de ces études sont contradictoires. Ziegler et ses collègues (2010) ont mis en évidence, en utilisant une tâche inspirée du paradigme de Reicher³, une difficulté à traiter des stimuli visuels spécifique aux stimuli langagiers chez des enfants dyslexiques, parallèlement à une absence de difficultés pour des séquences de symboles difficilement verbalisables, ce qui réfuterait l'hypothèse visuo-attentionnelle. Ce résultat a toutefois été contesté par certaines études (Valdois, Lassus-Sangosse, & Lobier, 2012 ; Lobier, Zoubrinetzky, & Valdois, 2012).

Afin de désamorcer ces critiques, il semble donc important d'utiliser un protocole expérimental qui :

- ne nécessite pas de report verbal,
- permette d'étudier parallèlement le traitement visuel de différents types de stimuli, langagiers et non langagiers,
- permette également de contrôler le temps de présentation de ces stimuli.

³ Il s'agit d'une brève présentation d'un mot cible, puis de deux lettres alternatives, dont l'une seulement appartient au mot présenté auparavant.

2. Problématique : Objectifs et hypothèses

2.1. Objectifs

Les objectifs de ce travail de recherche étaient les suivants :

- déterminer avec précision, parmi une population d'étudiants dyslexiques, le caractère langagier ou non du déficit d'EVA, en évaluant cette compétence dans un contexte langagier (lettres) et non langagier (symboles difficilement verbalisables) au moyen d'une tâche ne nécessitant pas de réponse verbale ;
- déterminer, toujours dans cette même population, les relations entre les troubles d'EVA et les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles ; ceci afin de mieux cerner la nature exacte des déficits visuo-attentionnels et leur influence sur la lecture.

Les participants de notre étude ont été comparés à un groupe contrôle apparié sur l'âge et à un groupe contrôle apparié sur le niveau de lecture, ce qui n'avait pas été systématiquement réalisé dans les études évoquées ci-dessus, mais s'avère essentiel pour déterminer si les troubles observés chez les sujets dyslexiques sont liés à un simple retard ou à un développement atypique de certaines habiletés.

2.2. Hypothèses

Nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- Si leurs troubles d'EVA ont une origine purement phonologique, les étudiants dyslexiques devraient obtenir des résultats moins bons en empan de lettres qu'en empan de symboles, et leurs résultats sur la reconnaissance des lettres devraient être significativement inférieurs à ceux des groupes contrôles âge et niveau de lecture dans la même épreuve, alors qu'ils devraient être équivalents dans les épreuves de reconnaissance de symboles.
- Si leurs troubles d'EVA ont une origine uniquement visuo-attentionnelle, les étudiants dyslexiques devraient montrer les mêmes difficultés en empan de lettres qu'en empan de symboles, et obtenir sur ces deux types de stimuli des résultats inférieurs à ceux du groupe contrôle lecture, et davantage inférieurs encore à ceux du groupe contrôle âge.
- Enfin si leur trouble d'EVA est d'origine mixte, les participants dyslexiques devraient obtenir des résultats moins bons sur les deux types de stimuli que les groupes contrôles âge et niveau de lecture. De plus, leurs difficultés devraient être majorées sur les empan de lettres qui impliquent des processus à la fois phonologiques et attentionnels par rapport aux empan de symboles qui impliquent uniquement des compétences visuo-attentionnelles.

Méthode

1. Participants

1.1. Sélection de la population et constitution des groupes

Nous nous étions fixé l'objectif de recruter trois groupes de participants, afin de pouvoir obtenir des données comparables à la littérature sur le sujet (Lallier et al., 2016 ; Valdois et al., 2012 ; Ziegler et al., 2010) :

- un groupe d'étudiants dyslexiques,
- un groupe contrôle apparié sur l'âge, recruté parmi d'autres étudiants,
- un groupe contrôle apparié sur le niveau de lecture.

La plupart des études anglaises menées auprès d'adultes dyslexiques incluent en effet un groupe contrôle de normo-lecteurs appariés sur le niveau de lecture (Bruck, 1990 ; Chiappe, Stringer, Siegel, & Stanovich, 2002 ; Pennington et al., 1990) afin de pouvoir conclure si les difficultés observées sont bien à l'origine de la dyslexie ou si elles n'en sont qu'une conséquence. Nous avons recruté ce groupe parmi des élèves scolarisés en CM1, CM2, 6^e ou 5^e avec comme cible idéale ceux appartenant à une classe de 5^e. Ce choix est justifié par l'étude de Cavalli et ses collègues (2017), dans laquelle le groupe d'étudiants dyslexiques obtenait un score moyen d'efficacité de lecture de 339,6 à l'Alouette-R (Lefavrais, 2005), ce qui, d'après le manuel d'utilisation du test, correspond à l'indice d'efficacité de lecture de collégiens en 5^e.

1.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Tous les participants de notre étude sont locuteurs natifs du français. Les critères d'exclusion suivants ont été respectés : ils ne présentent pas de troubles associés, neurologique, psychiatrique, auditif ou visuel et leur niveau d'intelligence non verbale est situé dans la norme.

Les adultes dyslexiques et normo-lecteurs sont titulaires du baccalauréat et étudiants, quels que soient leur âge et leur niveau universitaire. Ils ont reçu un diagnostic de dyslexie par un orthophoniste (éventuellement un psychologue et/ou un médecin), et ne suivaient pas de remédiation orthophonique au moment de leur participation à l'étude. Leurs difficultés en lecture ont été confirmées par les tests décrits ultérieurement.

Les participants des deux groupes contrôles ne présentent pas d'antécédents de difficultés d'apprentissage de la lecture et n'ont jamais bénéficié de suivi orthophonique pour des difficultés de langage oral ou écrit.

1.3. Modalités de recrutement

Nous avons recruté les étudiants par le biais d'affichage dans les universités et écoles, ou des réseaux sociaux. Nous avons également pris contact avec des professionnels et réseaux associatifs : orthophonistes impliqués dans ce type de rééducation, APEDYS (Association de Parents d'Enfants Dyslexiques), à qui nous avons expliqué l'objectif et le principe de l'étude afin qu'ils puissent

transmettre la fiche d'information correspondante à leurs patients ou enfants.

En ce qui concerne le groupe contrôle lecture, nous nous sommes, étant donné le peu de temps imparti, rapprochées de nos connaissances ayant des enfants appartenant à la tranche d'âge ciblée. Seuls les enfants ayant reçu le consentement des parents ont pu participer à l'étude.

Notre étude a été validée par le comité d'éthique de l'Université de Lille. Tous les participants ont signé un consentement écrit et toutes les données collectées ont été anonymisées afin de garantir la confidentialité de notre expérience.

2. Matériel

2.1. Questionnaires

En ce qui concerne les étudiants, dyslexiques ou contrôles, l'expérimentateur exposait brièvement l'objectif de l'étude et rappelait le respect des règles de confidentialité quant aux données et résultats obtenus avant de débiter le protocole. Il recueillait ensuite la feuille de consentement signée du participant ainsi qu'une fiche tenant lieu d'anamnèse contenant les informations suivantes : nom, prénom, sexe, date de naissance et niveau d'étude du participant.

Un autre questionnaire, Adult Reading History Questionnaire - revised (ARHQ, Lefly & Pennington, 2000) permettant d'explorer l'expérience antérieure en lecture leur était envoyé en ligne avant ou après la passation afin de ne pas augmenter la durée de l'expérience. Il procurait des informations complémentaires sur leur niveau socio-économique d'origine (niveau d'étude et profession des parents) grâce à la Mesure Simplifiée du Statut Social de Barratt (BSMSS), appuyée sur les travaux de Hollingshead (1975)⁴. L'exploration de l'ensemble des données de ce questionnaire fait l'objet d'un autre mémoire.

Pour le groupe des enfants contrôles, deux feuilles de consentement étaient recueillies : l'une, qu'ils signaient eux-mêmes, validait qu'ils avaient bien compris le principe du protocole et acceptaient d'y participer ; l'autre, signée par l'un des parents, permettait également d'obtenir les renseignements concernant leur date de naissance, leur classe et le niveau d'étude et de profession des parents.

2.2. Evaluation des compétences en lecture : tests standardisés

2.2.1. Lecture de texte

La lecture de texte a été évaluée avec le test de l'Alouette-R, un texte comprenant 265 mots à lire le plus exactement et rapidement possible, dans un temps maximum de trois minutes (Lefavrais, 2005). Il s'agit d'un texte contenant des mots rares, des graphèmes ambigus, contextuels, des mots proches phonologiquement, ou proches de ceux que le contexte amènerait à produire et des tournures figées modifiées : il véhicule donc très peu de sens et il est impossible d'utiliser des stratégies d'anticipation ou d'inférences pour le déchiffrer. Les résultats à cette épreuve ont servi à confirmer le diagnostic de dyslexie pour le groupe dyslexique et le statut langagier écrit typique des groupes contrôles. Pour les raisons expliquées précédemment, nous avons choisi de nous appuyer sur les normes de Cavalli et son équipe (2017).

⁴ Hollingshead a conçu une mesure simple du statut social fondée entre autres sur le niveau de scolarité et de profession.

2.2.2. Lecture de mots isolés

La lecture de mots isolés a été évaluée avec l'épreuve de lecture de mots de la batterie EVALEC Adulte (Leloup, Sprenger-Charolles, & Colé, en cours de publication). Cette épreuve informatisée a été spécifiquement construite pour évaluer les procédures d'identification des mots écrits chez l'adulte et prend en compte tant l'exactitude que le temps de latence des réponses correctes. Elle comporte quarante mots réels, dont vingt réguliers et vingt irréguliers, courts et longs, ainsi que quarante pseudomots courts et longs appariés aux mots réguliers et irréguliers. Nous avons choisi cette batterie d'abord en raison de son informatisation mais aussi parce qu'elle permet de comparer plus aisément les performances des participants adultes et enfants.

2.3. Evaluation de l'intelligence non-verbale : test standardisé

La normalité du niveau d'intelligence non verbale a été contrôlée par l'épreuve des matrices progressives standard de Raven (Raven, 1998). Cette épreuve, sélectionnée en raison de son étalonnage sur une large tranche d'âge, consiste à compléter la partie manquante d'une figure ou à trouver la loi de progression d'une série graphique en pointant du doigt l'un des six à huit choix possibles. Toutes les figures sont en noir et blanc. Au total, soixante matrices regroupées en cinq séries de douze items sont à compléter, et leur résolution suit un ordre croissant de difficulté à l'intérieur de chaque série et entre chaque série. Le score correspond au nombre de réponses correctes, converties ensuite en rang percentile. Afin de ne pas allonger le temps de passation déjà conséquent et multiplier des épreuves exigeantes en concentration, notamment pour les plus jeunes participants, nous avons choisi de ne faire passer que la moitié de cette épreuve, soit trente matrices (un item sur deux dans chaque section afin de respecter la progression de la difficulté), et de multiplier les résultats obtenus par deux afin d'obtenir une répartition en rang percentile. Les participants disposaient d'un temps de réponse illimité.

2.4. Evaluation des compétences phonologiques : tests standardisés

2.4.1. Dénomination rapide

La rapidité de l'accès à la forme phonologique des mots a été mesurée par une épreuve de dénomination rapide comportant deux planches constituées de quatre stimuli se répétant douze fois de façon aléatoire (DRA Adulte, Plaza, Robert-Jahier, & Gatignol, 2007). Les stimuli de la première planche sont des dessins en noir et blanc d'objets, ceux de la deuxième planche des lettres, ce qui permet de vérifier si les problèmes de rapidité sont spécifiques ou non à la lecture. L'épreuve prend en compte le temps total de dénomination ainsi que le nombre de bonnes réponses, et nous avons choisi d'utiliser comme score le nombre de bonnes réponses par seconde.

2.4.2. Mémoire phonologique à court terme et métaphonologie

Pour la mémoire phonologique à court terme et la métaphonologie, nous avons utilisé deux subtests informatisés d'EVALEC Enfant (Sprenger-Charolles, Colé, Piquard-Kipffer, & Leloup, 2010). Dans ces deux subtests, les items présentent l'intérêt d'être pré-enregistrés, ce qui évite les

biais liés à la qualité d'articulation des expérimentateurs.

La mémoire phonologique à court terme a été évaluée par l'épreuve de répétition de pseudomots, ce type d'items permettant de supprimer les biais liés aux différences de niveau de vocabulaire entre les participants. Les pseudomots, au nombre de 24, comportent de 3 à 6 syllabes, et sont présentés par série des plus courts au plus longs. Le score obtenu tenait compte du nombre de bonnes réponses et du temps de réponse.

Les compétences métaphonologiques ont été mesurées par une épreuve de suppression du phonème initial dans des syllabes de type consonne-consonne-voyelle. Le score obtenu prenait également en compte le nombre de bonnes réponses ainsi que le temps de réponse.

2.5. Evaluation des compétences visuo-attentionnelles

2.5.1. Epreuve de barrage : test standardisé

Le traitement de l'information visuelle a été évalué par une épreuve de barrage de symboles et de lettres (temps imparti d'une minute trente pour chaque type de stimulus) extraite d'ECLA 16+ (Gola-Asmussen, Lequette, Pouget, Rouyer-Nicolas, & Zorman, 2011). Le score correspondait au nombre de symboles correctement identifiés.

2.5.2. Tâche de mesure de l'empan visuo-attentionnel : tâche créée

L'EVA a été mesuré par une épreuve informatisée, la tâche EVA, créée spécifiquement pour cette étude et inspirée des travaux de Lallier, Acha, et Carreiras (2016). Cette épreuve se compose de deux parties, la première basée sur du matériel langagier (des lettres), la deuxième sur du matériel non langagier (des symboles sans représentation phonologique connue du participant) et fonctionne avec le logiciel GNU Octave. Son principe est le suivant : une série de cinq stimuli visuels tous différents et sélectionnés aléatoirement parmi douze possibles est présentée brièvement au participant qui doit ensuite indiquer, en cliquant sur une touche droite ou gauche du clavier, si un stimulus cible (présenté après la série) appartenait, ou non, à la série. Au total, 120 séquences sont proposées pour chacune des deux parties de l'épreuve, avec pour chacune 60 essais contenant la cible et 60 ne la contenant pas.

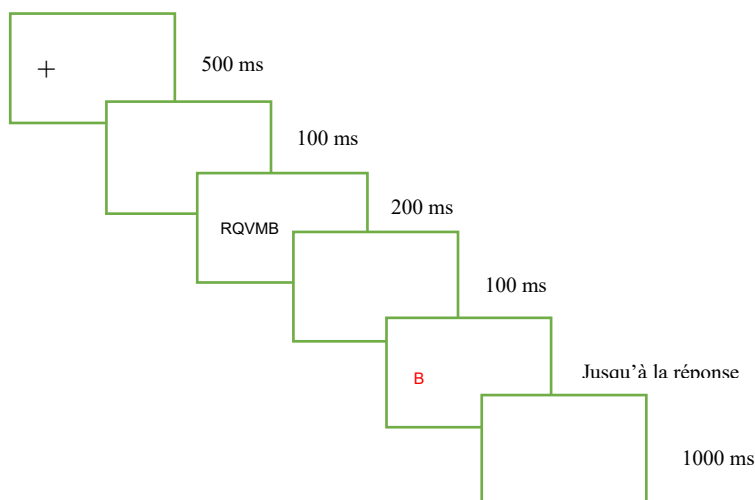


Figure 2. Procédure expérimentale de la tâche EVA.

Nous avons retenu douze lettres pour la partie langagière : B, C, D, F, G, H, J, M, P, Q, V et X, et douze symboles pour la partie non langagière : Ъ, ₹, Тl, ъ, ⌘, Ј, Д, Ъ, Ы, Ь, Ь, Ь, Ь.

Pour sélectionner les douze symboles utilisés dans notre expérimentation, nous avons réalisé un pré-test visant à évaluer la facilité de dénomination de cinquante symboles, en utilisant une échelle de Likert allant de 1 à 5. Ce test a été administré à 36 adolescents ou adultes de notre entourage. Nous avons ensuite sélectionné les douze symboles parmi les cinquante proposés dont la facilité à dénommer pour l'expérience originale était la plus faible ($M = 1,34$, $ET = 0,17$, étendue = 1,08 - 1,61), afin de retirer autant que possible tout caractère langagier à cette tâche.

La complexité visuelle des douze lettres était similaire à celle des symboles, comme en attestent les statistiques descriptives : complexité visuelle pour les lettres : $M = 0,63$, $ET = 0,28$, étendue : 0,20-1,20 ; pour les symboles : $M = 0,61$, $ET = 0,39$. La complexité visuelle a été calculée à l'aide de la mesure de complexité périmétrique décrite par Pelli, Burns, Farell et Moore-Page (2006), mesure également utilisée par d'autres auteurs comme Shovman et Ahissar (2006), Ziegler, Pech-Georgel, Dufau, et Grainger (2010). Pour réduire la probabilité qu'avec une exposition répétée aux symboles, les participants finissent par nommer ces derniers (avec des étiquettes phonologiques inventées par leur soin), nous avons utilisé, pour les 5 items d'entraînement, un assortiment de symboles différents de ceux sélectionnés pour les 120 items de l'expérience proprement dite.

Enfin, le temps de présentation de chaque séquence était initialement de 200 ms, ce qui correspond à la durée moyenne d'une fixation pendant la lecture et garantit l'absence de saccade oculaire (Valdois, 2014).

2.5.3. Validation des conditions expérimentales de la tâche EVA : prétest

Afin de vérifier la pertinence des conditions expérimentales de la tâche EVA, notamment en ce qui concernait le temps de présentation de nos séries d'items, nous avons préalablement réalisé un deuxième prétest auprès de 17 étudiants normo-lecteurs, 14 filles et 3 garçons, en choisissant un temps de présentation des séquences de 5 caractères de 200 ms. Les étudiants concernés étaient âgés de 29,23 ans en moyenne et inscrits à l'université en Licence ou Master.

Notre but était notamment de nous assurer qu'il n'existait d'effet plancher ni pour les lettres, ni pour les symboles. En effet, en cas d'effet plancher pour l'une de ces conditions, il aurait été techniquement impossible, lors de l'expérience, que les performances des étudiants dyslexiques et des enfants contrôles lecture soient inférieures à celles des étudiants contrôles âge, pour ces conditions de présentation.

Les résultats sont présentés dans le tableau qui suit :

Tableau 1. Résultats pré-test EVA à 200 ms

<i>BR : bonnes réponses</i> <i>TR : Temps de réponse ms</i>	% BR Lettres	Moyenne TR Lettres	% BR Symboles	Moyenne TR Symboles
<i>Moyenne sur 17 sujets</i>	73,77	812,52	62,60	865,74
<i>Ecart Type</i>	6,05	190,05	6,10	183,06
<i>Etendue</i>	62,5 – 82,5	524,39 – 1113,96	52,5 – 75,00	470,35 – 1110,57

Pour valider ces résultats, nous avons ensuite réalisé un test de loi binomiale qui a démontré que,

pour répondre de manière significativement supérieure au hasard ($p < .05$), les participants devaient obtenir un score brut de réponses correctes supérieur ou égal à 70/120, soit un pourcentage de réponses correctes supérieur ou égal à 58,33%. Or, si pour les lettres chacun des dix-sept participants répondait de manière significativement supérieure au hasard ($p < .05$, au test de loi binomiale), ce n'était le cas que pour douze d'entre eux dans la condition symboles.

La tâche présentait donc un léger effet plancher, ce qui nous a incité à renouveler notre pré-test avec 34 nouveaux participants, en testant cette fois deux conditions : 17 participants (15 filles, 2 garçons) bénéficiant d'un temps de présentation des items de 225 ms et 17 autres (16 filles, 1 garçon) d'un temps de 250 ms. Il n'existait pas de différence significative concernant l'âge des participants, pour les trois temps de présentation des stimuli (200 ms, 225 ms, 250 ms) comme l'atteste la loi binomiale : $F(2,48) = 0.23, p = .79$.

Nous avons ensuite analysé l'ensemble des données individuelles pour savoir, suivant la longueur de présentation des stimuli, combien de participants ne répondaient pas significativement au-dessus du niveau du hasard : soit 5 dans la condition 200 ms, aucun à 225 ms et un seul à 250 ms. Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 2.

Tableau 2. Résultats pré-test EVA dans les trois conditions 200 ms, 225 ms, 250 ms

	% Lettres 200 ms	% Symboles 200 ms	% Lettres 225 ms	% Symboles 225 ms	% Lettres 250 ms	% Symboles 250 ms
<i>Moyenne sur 17 sujets</i>	73,77	62,60	77,60	66,13	77,50	66,53
<i>Ecart-Type</i>	6,05	6,10	6,81	3,95	7,71	4,60

Nous avons finalement opté pour un temps de présentation de 250 ms afin d'éviter un effet plancher pour les groupes dyslexique et contrôle lecture, ce choix en faveur d'un allongement des temps de présentation étant également argumenté dans la littérature (Häikiö et al., 2009 ; Rayner, 2009).

2.6. Organisation des passations

La passation des épreuves, assurée par quatre étudiantes, s'est déroulée au laboratoire SCALab, au département d'Orthophonie de l'Université de Lille ou au domicile de certains participants, de janvier à mars 2019.

Les épreuves étaient proposées dans un ordre aléatoire, en alternant les épreuves évaluant les compétences phonologiques et celles mesurant les compétences visuo-attentionnelles, l'intelligence non-verbale et les capacités de lecture. Nous pouvions ainsi proposer deux types de protocole, à l'intérieur desquels nous avons encore fait varier l'ordre de passation lettres/symboles pour les deux tâches visuo-attentionnelles : l'épreuve de barrage et la tâche EVA. L'ensemble de la passation durait entre une heure et une heure trente.

A la fin de chaque passation, nous expliquions plus en détail les objectifs de notre étude au participant et nous lui précisions qu'il pouvait demander à être recontacté par la suite afin d'être informé des résultats et de pouvoir participer éventuellement à d'autres études.

2.7. Modalités de recueil et de traitement des données

Nous avons effectué une étude de groupe qui nous a permis de comparer des moyennes de performances entre les sujets dyslexiques et les sujets contrôles, l'homogénéité des groupes étant mesurée par l'Ecart-Type (*ET*). Puis nous avons évalué nos hypothèses d'abord à l'aide de tests *t* (de Student) effectués notamment sur les scores comportementaux, en tenant compte aussi bien de la précision que de la rapidité de la réponse. En ce qui concerne les tâches EVA, une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée sur le pourcentage de bonnes réponses et le temps de réponse avec le facteur inter Groupe (Dyslexiques, Contrôle Age et Contrôle Lecture) et le facteur intra Type de Tâche (Lettres, Symboles) afin de tester nos hypothèses postulant une différence entre les groupes et selon le type de tâche. Enfin, des analyses de corrélation ont été réalisées entre les scores d'EVA et les scores aux tâches phonologiques.

Toutes ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel STATISTICA.

Résultats

1. Constitution et description des groupes

1.1. Appariement des groupes

Au total, quarante sujets (quatorze étudiants dyslexiques, seize étudiants contrôle âge et dix enfants contrôle lecture) ont participé à notre étude et effectué l'intégralité de la passation.

Afin de respecter les critères d'exclusion exposés précédemment, nous avons dans un premier temps écarté trois étudiants dyslexiques : le premier en raison de troubles associés (trouble du langage oral et dyscalculie), le deuxième parce qu'il s'est avéré finalement ne pas être titulaire du baccalauréat et le dernier en raison d'un score inférieur au 25^e percentile à l'épreuve des matrices de Raven. Nous avons également écarté trois étudiants normo-lecteurs qui avaient obtenu un score déficitaire à l'Alouette-R.

Nous avons ensuite constitué trois groupes appariés de même taille, soit neuf participants par groupe, ce qui nous imposait d'exclure encore sept participants : deux étudiants dyslexiques, quatre étudiants contrôle âge, et un enfant. Le Tableau 3 présente ces différents groupes constitués après appariement sur l'âge, le niveau socio-économique, l'intelligence non-verbale et le niveau de lecture. La significativité de la différence entre les groupes, mesurée par le *t* de Student est également indiquée.

Tableau 3. Différences entre les groupes pour l'âge, le niveau socio-économique, le raisonnement non-verbal et la lecture.

	DYS (étudiants dyslexiques) n=9 5 filles, 4 garçons		CA (étudiants contrôle âge) n=9 5 filles, 4 garçons		CL (enfants contrôle lecture) n=9 4 filles, 5 garçons		TEST-T différence significative si $p < .05$		
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	DYS/CA	DYS/CL	CA/CL
Age	25,38	6,21	22,47	1,57	11,00	1,24	<i>ns</i>	***	***
Niveau socioéconomique	49,67	8,01	51,22	3,18	56,67	1,87	<i>ns</i>	*	**
Matrices de Raven (score percentile moyen)	93,55	2,96	94,44	1,67	85,44	14,76	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>t</i>
Score CTL de l'Alouette-R	32,42	86,60	496,34	55,25	348,2	56,92	**	<i>ns</i>	***

Note. *ns* : non significatif ; $t = .05 < p < .10$; * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .001$

Nous avons en effet déterminé comme premier critère d'appariement des différents groupes entre eux le niveau d'intelligence non-verbale des participants évalué par leur rang percentile à l'épreuve des matrices. De plus, les participants représentant le groupe contrôle âge (CA) ont été appariés avec les étudiants dyslexiques (DYS), non seulement sur le niveau d'intelligence non-verbale, mais aussi sur l'âge, le sexe et le niveau socio-économique. De leur côté, les participants constituant le groupe contrôle lecture (CL) ont été appariés avec le groupe de participants dyslexiques sur leur niveau de lecture évalué par le test de l'Alouette-R et sur le sexe. Les différences entre les groupes

ont été étudiées à l'aide d'un test *t* de Student. Notons que les CL affichent un niveau socio-économique significativement supérieur aux deux autres groupes, ce qui s'explique probablement par les modalités de recrutement du groupe CL.

Dans un deuxième temps, nous avons repris tous les fichiers individuels des données sur l'ensemble des tests du protocole dans le but d'écarter les résultats aberrants, notamment en termes de temps (temps extrêmement élevés ou extrêmement faibles).

1.2. Résultats pour les tâches de lecture et les tâches phonologiques

Le Tableau 4 présente les résultats pour la précision et/ou le temps à l'ensemble des sous-tests d'EVALEC ainsi qu'au test DRA. La significativité de la différence entre les groupes, mesurée par le *t* de Student, est là encore indiquée.

Tableau 4. Différences entre les groupes pour les compétences phonologiques, la lecture de mots et pseudomots.

	DYS		CA		CL		Test <i>t</i>		
BR= Bonnes Réponses Tps : mesuré en ms	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	DYS/CA	DYS/CL	CA/CL
Lecture									
Lecture mots rég : BR (/20)	19,57	0,53	19,67	0,50	19,22	0,44	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>t</i>
Lecture mots rég : tps	1022,03	470,08	752,67	153,23	832,03	110,56	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Lecture mots irrég : BR (/20)	18,00	2,35	19,67	0,50	16,22	2,17	<i>t</i>	<i>ns</i>	***
Lecture mots irrég : tps	1069,82	529,48	760,15	153,23	888,09	123,15	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>t</i>
Lecture pseudomots : BR (/20)	31,89	4,76	36,44	1,88	35,56	3,32	*	<i>t</i>	<i>ns</i>
Lecture pseudomots : tps	1745,46	1154,30	1028,27	241,77	1161,24	337,60	<i>t</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Dénomination rapide									
DRA lettres (items/secondes)	2,43	0,50	3,49	0,46	2,44	0,58	***	<i>ns</i>	***
DRA images (items/secondes)	1,37	0,19	1,87	0,22	1,40	0,20	***	<i>ns</i>	***
Métaphonologie									
Suppression phonème initial : BR (/12)	10,56	1,67	11,11	0,93	10,11	1,45	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Suppression phonème initial : Tps	2619,31	492,20	1918,34	326,67	2373,31	432,81	**	<i>ns</i>	*
Mémoire phonologique à court terme									
Répétition pseudomots : BR (/24)	18,33	2,96	19,56	1,59	17,33	2,18	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*
Répétition pseudomots: tps	3055,73	371,89	2935,75	253,21	3148,97	319,82	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Note. *ns* : non significatif ; *t* = .05 < *p* < .10 ; * = *p* < .05 ; ** = *p* < .01 ; *** = *p* < .001

Nous observons que les participants DYS obtiennent un score en lecture de pseudomots inférieur à celui des deux groupes contrôles CL et CA. Ils présentent également des performances altérées dans certaines tâches phonologiques par rapport au groupe CA, qui se traduisent notamment par un ralentissement en métaphonologie et un score inférieur dans les deux tâches de dénomination

rapide.

Les CL quant à eux présentent de moins bonnes performances que les CA concernant la précision de reconnaissance des mots irréguliers ainsi que sur plusieurs mesures phonologiques (i.e. temps de réponse en métaphonologie, nombre de bonnes réponses en mémoire à court terme verbale et scores des deux tâches de DRA).

1.3. Résultats sur les compétences visuelles : épreuve de barrage

Les résultats aux épreuves de barrage sont présentés dans le Tableau 5.

Tableau 5. Résultats aux épreuves de barrages.

	DYS		CA		CL		Test <i>t</i> <i>différence significative</i> <i>si $t < .05$</i>		
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	DYS/CA	DYS/CL	CA/CL
Test de barrage									
Score Lettres (/III)	51,11	13,78	54,44	7,65	35,67	12,53	<i>ns</i>	*	**
Score Symboles (/38)	24,78	6,04	24,78	5,97	17,00	5,75	1,00	*	*

Note. *ns* : non significatif ; $t = .05 < p < .10$; $* = p < .05$; $** = p < .01$; $*** = p < .001$

Nous remarquons ici que les seules différences significatives sont celles relevées entre les groupes des participants plus âgés étudiants, dyslexiques ou non, et le groupe CA qui obtient des résultats moindres aussi bien dans la condition lettres que symboles.

1.4. Résultats sur la tâche EVA, comparaison des modalités lettre et symbole

En ce qui concerne la tâche EVA, nous avons tout d'abord déterminé grâce à une loi binomiale un score minimal acceptable de 134/240 soit un taux de 55,83% de bonnes réponses sur les deux tâches confondues lettres et symboles, afin d'être certains que les participants répondaient à l'ensemble de la tâche différemment et supérieurement au hasard, ce qui était bien le cas.

Les résultats à cette tâche en fonction du pourcentage de bonnes réponses obtenues et des temps de réponse sont présentés dans le Tableau 6.

Tableau 6. Résultats sur la tâche EVA, lettres et symboles, nombre et taux de bonne réponses et temps de réponse.

	DYS		CA		CL	
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>
EVA LETTRES						
Taux de BR (%)	69,72	5,77	78,89	8,42	74,81	5,92
Temps de réponse (ms)	1150,47	433,70	904,77	158,17	1232,26	359,35
EVA SYMBOLES						
Taux de BR (%)	60,46	7,11	66,11	2,64	64,44	4,45
Temps de réponse (ms)	1022,70	287,97	1084,72	278,95	1211,21	370,85

Note. BR : bonnes réponses

Puis nous avons eu recours à des ANOVAs, analyses de variances, pour évaluer l'effet du groupe en fonction de la tâche et mesurer la variabilité entre les différents groupes. Deux analyses ont été menées avec comme facteur inter le Groupe (DYS, CA et CL) et comme facteur intra la Tâche (Lettres et Symboles) : la première sur le taux de réponses correctes en pourcentage et la deuxième sur le temps de réponse.

1.4.1. Analyse en fonction du pourcentage de réponses correctes

Les résultats de l'ANOVA sur le pourcentage de réponses correctes sont présentés dans la Figure 3.

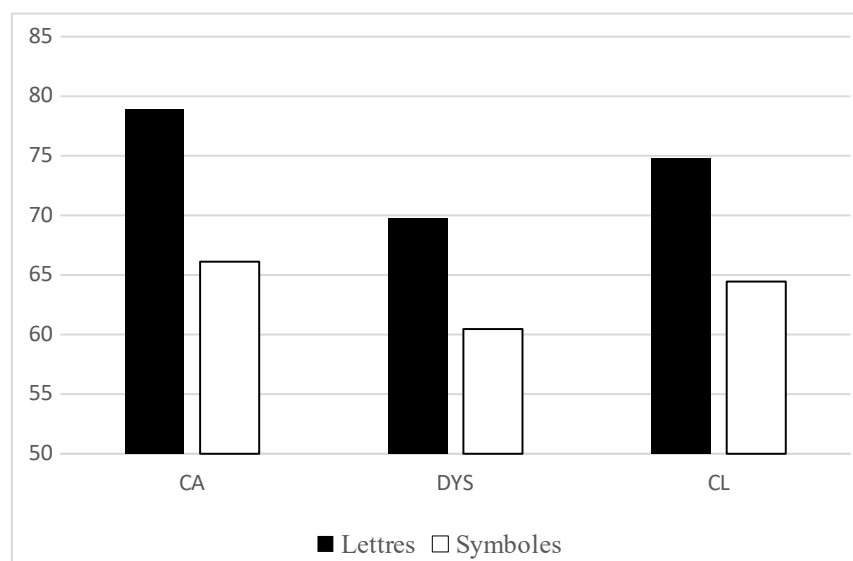


Figure 3. Pourcentage de bonnes réponses en fonction du groupe et de la tâche.

Cette première analyse nous amène à constater un effet simple de la Tâche $F(1,24) = 69$, $p < .001$: les résultats sur les lettres, en taux de réponses correctes, sont ainsi meilleurs que sur les symboles, quel que soit le groupe concerné. En moyenne, les DYS sont à 69,72% de bonnes réponses sur les lettres versus 60,46% sur les symboles ; les CA sont à 78,89% sur les lettres versus 66,11% sur les symboles et les CL sont à 74,81% sur les lettres versus 64,44% sur les symboles (cf. Tableau 6).

Parallèlement, nous observons également un effet simple du Groupe $F(2,24) = 5,1$, $p = .001$: les résultats du groupe DYS semblent être inférieurs à ceux du groupe CL, qui semblent eux-mêmes inférieurs à ceux du groupe CA. Pour explorer plus précisément cette différence, nous avons effectué ensuite un test post hoc de Bonferroni, traditionnellement utilisé pour déterminer les différences significatives entre les moyennes de groupes dans une analyse de variance et confrontant ces comparaisons deux à deux. Ce test a montré que la seule différence significative était celle constatée entre le groupe DYS et le groupe CA ($p = .01$) quelle que soit la modalité de la tâche.

En revanche, l'interaction Groupe*Tâche s'est révélée non significative ($F < 1$) : tous les

groupes réussissent mieux la tâche EVA dans la condition Lettres que dans la condition Symboles et les sujets DYS réussissent moins bien que les CA quelle que soit la tâche concernée.

1.4.2. Analyse en fonction des temps de réponse

Nous avons mené une analyse similaire sur les temps de réponse moyens et effectué une ANOVA sur les temps de réponse, toujours avec comme facteur inter le Groupe et comme facteur intra la Tâche dont les résultats sont présentés dans la Figure 4.

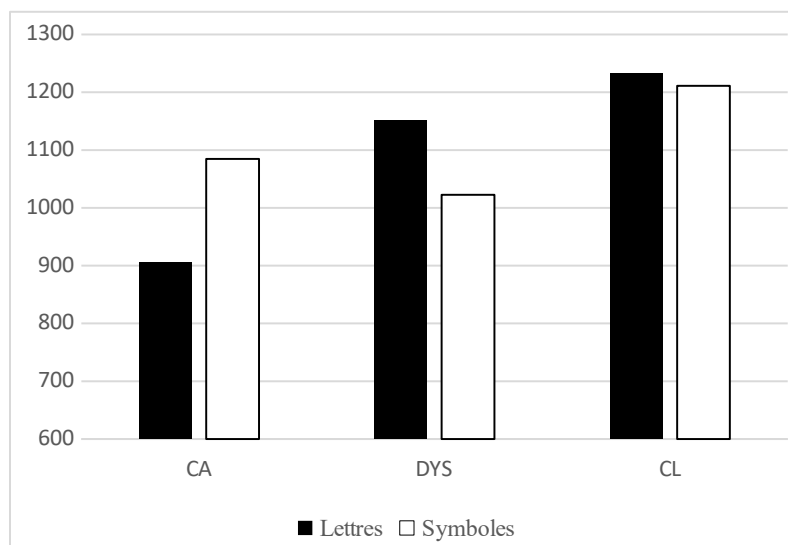


Figure 4. Temps de réponse (en ms) en fonction du groupe et de la tâche.

Les effets simples du Groupe : $F(2,24) = 1,31$, $p = 0,29$ et de la tâche : $F < 1$ ne sont pas significatifs. L'interaction Groupe*Tâche : $F(2,24) = 3,19$, $p = 0,059$ est quant à elle tendancielle. De plus, les tests post hoc de Bonferroni n'ont eux non plus rien révélé de significatif.

Cependant, les données brutes semblent indiquer que les CA répondraient plus rapidement pour les lettres que pour les symboles ($M = 905$ ms pour les lettres versus $M = 1085$ ms pour les symboles) alors que les DYS au contraire répondraient plus rapidement pour les symboles que pour les lettres ($M = 1150$ ms pour les lettres versus $M = 1023$ ms pour les symboles). Pour vérifier cette différence de traitement lettres/symboles entre les deux groupes, nous avons donc réalisé une nouvelle ANOVA limitée cette fois aux groupes DYS et CA. Les résultats indiquent une interaction Groupe*Tâche significative : $F(1,16) = 5,1$, $p = .038$.

1.5. Corrélation entre les compétences visuo-attentionnelles et les compétences phonologiques

Dans un dernier temps, nous avons procédé à une analyse des corrélations entre les différentes tâches, à la recherche d'un lien entre les compétences visuo-attentionnelles mesurées par la tâche EVA, et les compétences phonologiques.

Le résultat de ces analyses est détaillé dans le Tableau 7.

Tableau 7. Analyse de corrélation sur les trois groupes.

Variable	% de réponses correctes Lettres	% de réponses correctes Symboles
<i>Temps de réponse Métaphonologie en ms</i>	-.3911 <i>p = .044</i>	-.04 <i>p = .843</i>
<i>% de réponses correctes Métaphonologie</i>	.1125 <i>p = .576</i>	-.2515 <i>p = .206</i>
<i>Temps de réponse Mémoire Phonologique à court terme</i>	-.0313 <i>p = .877</i>	.3195 <i>p = .104</i>
<i>% de réponses correctes Mémoire Phonologique à court terme</i>	.2670 <i>p = .178</i>	.2387 <i>p = .230</i>
<i>DRA Images Items/sec</i>	.5217 <i>p = .005</i>	.2569 <i>p = .196</i>
<i>DRA Lettres Items/sec</i>	.3788 <i>p = .051</i>	.0728 <i>p = .718</i>

Note. Corrélations significatives marquées à $p < .05$

Ces analyses de corrélation indiquent une corrélation négative entre le taux de bonnes réponses en empan de lettres et les temps de réponse en métaphonologie : les participants ayant les scores les plus faibles en empan de lettres sont aussi les plus lents à répondre dans la tâche de métaphonologie. Les analyses indiquent également une corrélation positive entre le taux de réponses correctes en empan de lettres et les scores de dénomination rapide (à nuancer toutefois : le résultat est significatif dans la modalité « images » et tendanciel pour la modalité « lettres ») : les participants ayant les scores les plus faibles en empan de lettres obtiennent également un moins bon score en dénomination rapide. Les résultats des corrélations sont représentés sur les Figures 5 et 6 ci-dessous.

Par ailleurs on ne relève aucune corrélation significative entre le taux de bonnes réponses pour la tâche d'empan de symboles et les mesures phonologiques.

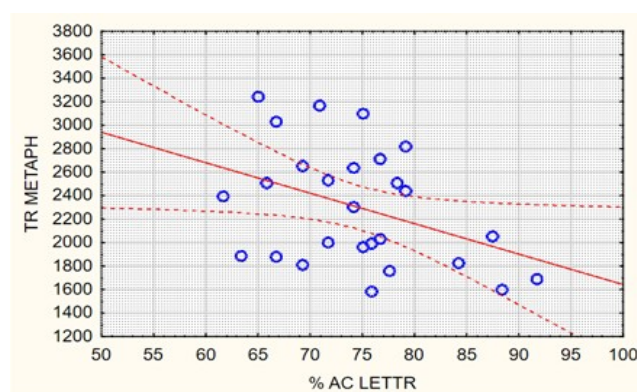


Figure 5. Graphique de corrélation entre le pourcentage de bonnes réponses à la tâche EVA Lettres (AC LETTR) et le temps de réponse à la tâche de métaphonologie.

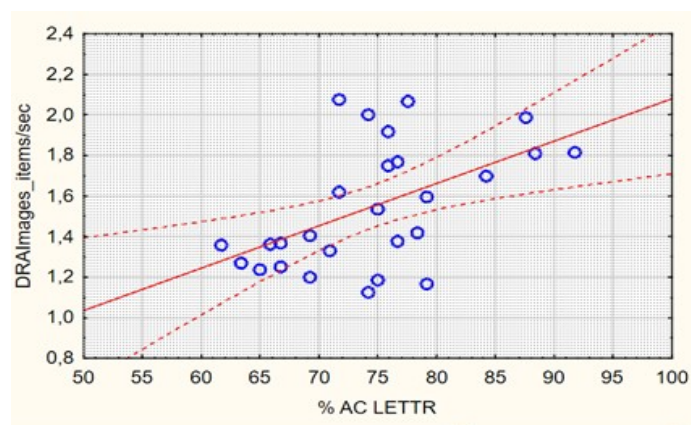


Figure 6. Graphique de corrélation entre le pourcentage de bonnes réponses à la tâche EVA Lettres (AC LETTR) et le nombre de bonnes réponses/seconde à la tâche DRA Images.

Discussion

L'objectif de notre étude était double : d'une part déterminer l'origine visuo-attentionnelle ou phonologique des troubles d'EVA dans une population d'adultes dyslexiques ; d'autre part déterminer les relations entre le déficit d'EVA et les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles afin de mieux cerner la nature de ce déficit et son rôle dans la lecture. Nous allons voir ici en quoi les résultats de notre étude nous ont permis d'y répondre d'une part, et quelles sont les limites à leur portée d'autre part.

1. Synthèse des résultats et mise en lien avec nos hypothèses

1.1. Caractéristiques des groupes

Concernant les résultats de notre population d'étudiants dyslexiques et des deux groupes contrôles dans les épreuves testant la lecture et les compétences phonologiques, nous retenons plus particulièrement de cette étude que :

- Comme nous nous y attendions, les performances des étudiants dyslexiques restent altérées par rapport à celles des étudiants du groupe CA sur la lecture de texte à voix haute ainsi que sur certaines tâches phonologiques : ralentissement en métaphonologie et résultats inférieurs en dénomination rapide. Elles sont également inférieures en ce qui concerne le déchiffrement de pseudomots et cette fois aussi bien par rapport au groupe CA qu'au groupe CL. Cette difficulté particulièrement caractéristique des adultes dyslexiques et rapportée dans la littérature (Bruck, 1990 et 1992 ; Pennington et al., 1990 ; Chiappe et al., 2002 ; Ramus et al., 2003) confirme la présence

dans notre étude de sujets dyslexiques avec des troubles phonologiques persistants.

- En ce qui concerne les plus jeunes participants appartenant au groupe CL, ils présentent des performances altérées par rapport aux étudiants normo-lecteurs sur la lecture de mots irréguliers, qui pourraient être liées à la différence d'expérience de lecture, ainsi que sur certaines tâches phonologiques. Dans leur cas comme dans celui des étudiants dyslexiques, on observe des temps de réponse allongés à la tâche de métaphonologie, et des scores inférieurs en dénomination rapide. On peut mentionner enfin un effet plancher dans la tâche de détection visuelle (épreuve de barrage), dans laquelle ils affichent des résultats inférieurs à ceux des autres groupes.

1.2. Résultats sur la tâche EVA

Lorsque nous nous intéressons plus spécifiquement aux résultats sur la tâche EVA qui constituait le cœur de notre étude, nous constatons des performances altérées des participants dyslexiques sur les deux tâches EVA en pourcentage de bonnes réponses, mais ceci seulement par rapport au groupe CA. De plus, l'écart entre leurs performances semble tendanciellement plus fort dans la condition lettres (68,72% de réponses correctes chez les DYS contre 78,89% chez les CA) que dans la condition symboles (60,36% de réponses correctes chez les DYS contre 66,11% chez les CA). Cette tendance demande toutefois à être confirmée sur un nombre plus important de sujets, d'autant que l'interaction Groupe*Tâche n'est dans ce cas pas significative.

Nous relevons également une interaction marginale Tâche*Groupe sur les temps de réponse dans les deux modalités de la tâche EVA : les DYS semblent ralentis pour les lettres par rapport aux symboles alors que les CA manifestent un patron de résultats inverse. Ceci semble indiquer une facilitation de la réalisation de la tâche d'empan avec des items langagiers familiers comme les lettres chez les CA. Cet effet n'est pas observé pour les DYS.

Enfin, nous remarquons une corrélation entre les taux de bonnes réponses à la tâche EVA lettres et les temps de réponse en métaphonologie d'une part, les scores aux épreuves de DRA d'autre part, de manière significative pour les images et tendancielle pour les lettres. Cette corrélation soutiendrait l'existence d'une composante phonologique intervenant dans la tâche d'empan de lettres mais pas celle d'empan de symboles.

1.3. Mise en relation avec les hypothèses

Si nous confrontons ces résultats à nos hypothèses de départ, nous constatons que :

- L'hypothèse d'une origine uniquement phonologique des difficultés d'EVA dans la dyslexie n'est pas vérifiée dans le cadre de cette étude car les DYS ne réussissent pas mieux sur les symboles que sur les lettres et sont moins performants que les CL, quelle que soit la tâche.

- L'hypothèse d'une origine uniquement visuo-attentionnelle des troubles d'empan dans la dyslexie est au contraire soutenue par le fait que les DYS obtiennent des résultats inférieurs à ceux des CA dans les tâches d'empan, que cette tâche soit langagière (lettres) ou non.

- L'hypothèse d'une origine mixte des troubles d'empan n'est pas vérifiée car, nous l'avons vu, les DYS réussissent moins bien que les CA dans les deux conditions alors que cette hypothèse postulait que les difficultés des DYS seraient majorées en empan de lettres par rapport à l'empan de symboles. Même si les données comportementales semblent confirmer cette tendance, aucune interaction entre le groupe et le type de tâche n'a été retrouvée, indiquant que les difficultés des DYS par rapport aux CA sont similaires dans les deux tâches.

Deux éléments semblent néanmoins supporter l'hypothèse d'une intervention des compétences phonologiques dans les habiletés d'empan. D'une part, les CA répondent plus rapidement pour les lettres que pour les symboles, ce qui traduit qu'il y aurait un avantage pour des étudiants normo-lecteurs à traiter des stimuli familiers (les lettres) par rapport à des non familiers (les symboles). Cet avantage ne se retrouvant pas chez les DYS, cela irait dans le sens d'une difficulté pour eux à traiter des lettres. D'autre part, la corrélation entre certains résultats aux épreuves phonologiques (métaphonologie, dénomination rapide) et ceux à la tâche EVA dans la modalité lettres mais pas dans la modalité symboles soutient le fait que les compétences phonologiques seraient impliquées dans les capacités d'empan visuo-attentionnel lorsqu'il s'agit de traiter du matériel verbal.

Contrairement à la plupart des recherches précédentes, notre étude s'appuyait à la fois sur du matériel langagier et non-langagier, ce qui nous permettait de mesurer de façon aussi pure que possible les compétences visuo-attentionnelles. Ces premiers résultats semblent étayer l'hypothèse d'une origine purement visuo-attentionnelle des troubles d'EVA bien que certains éléments indiquent que les habiletés phonologiques et la rapidité à traiter du langage écrit soient impliquées dans les performances en empan de lettres.

2. Limites et perspectives

Notre étude étant destinée à être poursuivie dans les mois/années qui suivent, nous discuterons ici des limites de nos choix méthodologiques et proposerons des pistes d'amélioration de notre protocole en vue de son application future.

2.1. Biais méthodologiques liés à la population :

Le premier biais relevé dans notre étude est relatif à l'effectif de nos groupes de participants. Pour des raisons de mise en place expérimentale coûteuse en termes de temps, nous avons rassemblé un effectif restreint qui a rendu l'appariement plus difficile et ne nous a pas permis d'obtenir des données réellement comparables à celles de la littérature sur le sujet (Lallier et al., 2016 ; Valdois et al., 2012 ; Ziegler et al., 2010). Ceci nous incite à la prudence pour l'interprétation de ces premiers résultats qui seront à confirmer ultérieurement sur une population plus importante. Il sera notamment important de vérifier :

- si la tendance observée dans les données brutes de la tâche EVA (pourcentage de bonnes réponses) montrant un écart plus prononcé entre les DYS et les CA dans la condition lettres que dans la condition symboles se maintiendra ;
- si l'absence de différences significatives de résultats entre les DYS et les CL constatée sur l'ensemble de notre étude sera confirmée, ou si avec une population plus importante, les différences deviendront significatives et pourront donner lieu à d'autres interprétations.

Le deuxième biais concerne le recrutement de nos groupes, notamment celui des enfants CL. Nous avons évoqué en effet qu'en raison de contraintes temporelles, ce recrutement s'était effectué au sein de nos cercles de connaissances et que le niveau socio-économique de ce groupe s'était révélé sensiblement plus élevé que celui des autres. Il semble légitime de se demander si les résultats des DYS par rapport aux CL se seraient avérés plus significatifs avec un groupe CL au niveau socio-économique comparable à celui des deux autres groupes. En effet, des recherches ont

montré que l'environnement familial et les expériences de lecture précoces influencent l'émergence des compétences prérequis à la lecture (Storch & Whitehurst, 2001) et que les compétences phonologiques sont plus faibles chez les enfants issus de milieux défavorisés (Bowey, 1995 ; Lonigan, Burgess, & Anthony, 2000). De plus, des travaux en imagerie cérébrale (Noble, Farah, & McCandiss, 2006 ; Eckert, Lombardino, & Leonard, 2011) ont montré une modulation directe des compétences phonologiques selon le niveau socio-économique.

2.2. Biais méthodologiques liés au matériel :

Nous évoquerons ici d'abord les biais liés à nos protocoles, plus précisément à l'ordre de passation des épreuves.

Dans chacun de nos deux protocoles, les deux tâches EVA non seulement s'enchaînaient, mais précédaient ou suivaient directement l'épreuve des matrices, relativement coûteuse au niveau cognitif, et nettement plus longue que les autres épreuves de lecture ou phonologiques. Or les deux tâches EVA étaient elles-mêmes relativement exigeantes puisque chacune d'entre elles comprenait un nombre conséquent de 120 séquences. Ce choix était basé sur l'expérience de Lallier et al. (2015) dans laquelle 103 séquences étaient proposées aux participants, nombre que nous avons encore augmenté afin d'en avoir assez par condition et d'assurer la fiabilité de l'épreuve. Il semble donc possible que la longueur et l'exigence attentionnelle de la tâche EVA, puis l'enchaînement avec les matrices aient pu décourager certains participants plus jeunes ou plus en difficulté, et entraîner une baisse de leurs ressources attentionnelles ou de leur implication dans les tests.

Toujours concernant la tâche EVA, nous nous sommes interrogées sur l'influence de l'ordre de passation sur le résultat aux deux tâches. Il serait intéressant de vérifier s'il existe un effet d'entraînement et si la tâche en modalité symboles est mieux réussie lorsque le participant a déjà effectué la modalité lettres, mais cette analyse nécessite un plus grand nombre de sujets.

Il nous paraît en tout cas pertinent de revoir l'ordre des épreuves dans notre protocole et de ne pas proposer à la suite les deux tests qui nous ont semblé (ainsi qu'aux participants, d'après leurs réactions ou leur retours après l'expérience) les plus coûteux et les plus longs, à savoir les tâches EVA et les matrices.

2.3. Biais méthodologiques liés aux différences inter-examineurs

Enfin, nous évoquerons ici les variations de mesures des résultats directement liées aux différences inter-examineurs et difficilement évitables malgré le choix d'un matériel en grande partie informatisé. En ce qui concerne notamment les épreuves de lecture de mots et de pseudomots de la batterie EVALEC, les manipulations pour mesurer au plus juste les temps de latence ou pour apprécier une syllabation trop marquée sont forcément sujettes à une certaine subjectivité et peuvent donner lieu à des différences interindividuelles. Il serait envisageable, à l'avenir, de mesurer la fiabilité inter-juges pour avoir une idée de l'importance de cet éventuel biais.

2.4. Implications dans la pratique clinique des orthophonistes

Cette étude offre des pistes de réflexion sur le sujet toujours très discuté des mécanismes cognitifs impliqués dans la dyslexie développementale, ainsi que des orientations intéressantes pour notre pratique, notamment lors du bilan. Les premiers résultats pourraient en effet nous inciter à

explorer de manière plus approfondie les compétences visuo-attentionnelles de nos patients, notamment devant des profils plus « atypiques » et dont les compétences phonologiques semblent, au moins en partie, préservées. Toutefois, les seuls matériels à notre disposition aujourd'hui sont la batterie EVADYS (Valdois, 2017) et le subtest « Empan visuo-attentionnel » de la batterie EVALEO (Maeder, Roustit, Launay & Touzin, 2018) mais dont les tâches restent basées uniquement sur du report oral de lettres ou de chiffres, tâches dont on ne peut donc assurer qu'elles soient indépendantes des compétences phonologiques.

En termes de rééducation, nous disposons là encore de peu d'outils ou programmes spécifiques qui nous permettraient de proposer une remédiation ciblée des troubles de l'empan visuo-attentionnel. Citons parmi eux : COREVA (Valdois, Bosse, & Peyrin, 2014), méthode de remédiation dont le but est d'augmenter la taille de l'EVA ou MAEVA (Zoubrinetzky, Nguyen-Morel, & Valdois, en cours de publication), programme informatisé, mais la plupart d'entre eux ne sont plus -ou pas encore- édités. Il nous appartiendra donc de rester vigilant sur l'édition de ces matériels ainsi que sur les publications scientifiques s'y rapportant.

Conclusion

Notre étude s'inscrivait dans une approche pluraliste des hypothèses explicatives de la dyslexie développementale. Elle avait pour but de contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes cognitifs sous-jacents à la dyslexie développementale en explorant la nature exacte des difficultés d'empan visuo-attentionnel au sein d'une population d'adultes dyslexiques. Nous souhaitions en effet vérifier s'il existait chez des adultes dyslexiques des troubles de l'EVA en l'absence de troubles phonologiques, ces troubles pouvant constituer alors le mécanisme explicatif de certaines formes de dyslexies développementales. Nous souhaitions également analyser précisément la nature de leur relation aux compétences phonologiques.

Pour cela, nous avons utilisé une tâche originale spécifiquement élaborée pour l'expérience qui nous a permis d'effectuer des mesures précises sur l'EVA, aussi bien quant à la précision qu'à la rapidité de réponse, et ceci en évitant les biais liés à un matériel langagier et au fait d'apporter une réponse verbale.

L'analyse des résultats à cette tâche a démontré d'une part que les étudiants dyslexiques ne réussissaient pas mieux dans la condition lettres que dans la condition symboles, d'autre part qu'ils obtenaient globalement de moins bons résultats que les étudiants normo-lecteurs. Ces résultats semblent donc réfuter l'hypothèse d'une origine uniquement phonologique des difficultés d'EVA et au contraire soutenir l'idée que les troubles d'empan puissent être d'origine purement visuo-attentionnelle. Certains éléments nuancent cependant ces premiers résultats et laissent supposer que des compétences phonologiques pourraient être impliquées dans les habiletés d'EVA. Signalons ainsi le fait que les étudiants bon lecteurs soient plus rapides pour traiter des items familiers comme les lettres que les non familiers comme les symboles, ce qui n'est pas le cas des étudiants dyslexiques. Ce constat, associé à la corrélation relevée entre certains résultats aux épreuves phonologiques et ceux à la tâche EVA mais uniquement dans la modalité lettres signifierait que les compétences phonologiques sont impliquées dans les capacités d'EVA lorsqu'il s'agit de traiter du matériel verbal. Cela suggère également que les tâches de report classiques basées sur du matériel verbal ne mesurent pas uniquement les compétences visuo-attentionnelles, ce qui incite à une grande prudence dans l'interprétation des résultats des études antérieures sur ce sujet, ainsi d'ailleurs que dans le choix du matériel utilisé pour celles à venir.

Il semble dans tous les cas très important de poursuivre l'exploration approfondie des compétences d'EVA et de leur dysfonctionnement en contexte dyslexique afin de préciser les profils de certaines personnes dyslexiques et suggérer des pistes de remédiations spécifiques.

Bibliographie

- Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). A connectionist multiple-trace memory model for polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105(4), 678-723.
- Booth, J. R., Burman, D. D., Meyer, J. R., Lei, Z., & Choy, J. (2003). Modality-specific and independent developmental differences in the neural substrate for lexical processing. *Journal of Neurolinguistics*, 16(4-5), 383-405.
- 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., Tainturier, M.-J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198-230.
- Bowey, J. A. (1995). Socioeconomic status differences in preschool phonological sensitivity and first grade reading achievement. *Journal of Educational Psychology*, 87(3), 476-487.
- Bruck, M. (1990). Word recognition skills of adults with childhood diagnoses of dyslexia. *Developmental Psychology*, 3(26), 439-454.
- Casalis, S. (2018). *Les dyslexies*. Paris : Elsevier Masson.
- Casco, C., Tressoldi, P.E., & Dellantino, A. (1998). Visual selective attention and reading efficiency are related in children. *Cortex*, 34(4), 531-446.
- Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47(2), 149-180.
- Cavalli, E., Colé, P., Leloup, G., Poracchia, G., Sprenger-Charolles, L., & El Ahmadi, A. (2017). Screening for dyslexia in French-speaking university Students: an evaluation of the detection of the Alouette test. *Journal of Learning Disabilities*, 51(3), 268-282.
- 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.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: dual route and parallel processing approaches. *Psychological Review*, 100(4), 589-608.
- Eckert, M. A., Lombardino, L. J., & Leonard, C. M. (2001). Planar asymmetry tips the phonological playground and environment raises the bar. *Child Development*, 72(4), 988-1002.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learning to read: evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, 36(3), 250-287.
- Elbro, C., Nielsen, I., & Petersen, D. K. (1994). Dyslexia in adults: evidence for deficits in non-word reading and in the phonological representation of lexical items. *Annals of Dyslexia*, 44(1), 205-226.

- Facoetti, A., Lorusso, M. L., Cattaneo, C., Galli, R. & Molteni, M. (2005). Visual and auditory attentional capture are both sluggish in children with developmental dyslexia. *Acta Neurobiologiae Experimentalis* 2005, 65(1), 61-72.
- Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G. G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, 36(1), 109-123.
- Facoetti, A., Ruffino, M., Peru, A., Paganoni, P., & Chelazzi, L. (2008). Sluggish engagement and disengagement of non-spatial attention in dyslexic children. *Cortex*, 44(9), 1221-1233.
- Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., Paganoni, P., & Mascetti, G. G. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 23(6), 841-855.
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. I., & Dean, P. (1996). Impaired performance of children with dyslexia on a range of cerebellar tasks. *Annals of Dyslexia*, 46(1), 259-283.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Paganoni, P. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 23(6), 841-855.
- Gatignol, P., Plaza, M., & Robert-Jahier, A.-M. (2007). *DRA Adultes. Test de Dénomination Rapide*. Gisors : Adeprio.
- 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, Cognisciences, Université de Grenoble.
- Habib, M. (2002). Bases neurologiques des troubles spécifiques d'apprentissage. *Réadaptation*, 486, 16-28.
- Häikiö, T., Bertram, R., Hyönä, J. and Niemi, P. (2009). Development of the letter identity span in reading: evidence from the eye movement moving window paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 167-181.
- Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 525-532.
- Hawelka, S. & Wimmer, H. (2005). Impaired visual processing of multi-element arrays is associated with increased number of eye movements in dyslexic reading. *Vision Research*, 45(7), 855-863.
- Hollingshead, A. B. (1975). *Four factor index of social status*. Unpublished manuscript, Department of Sociology, Yale University, New Haven, CT.
- 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.

- Lallier, M., Donnadieu, S., Thierry, G., Tainturier, M-J., Billard, C., Peyrin, C. (2009). Auditory and visual stream segregation in children and adults: an assessment of the amodality assumption of the “sluggish attentional shifting” theory of dyslexia. *Brain Research*, 1302, 132-147.
- Lallier, M., Lallier, M., Donnadieu, S., Berger, C., & Valdois, S. (2010). A case study of developmental phonological dyslexia : Is the attentional deficit in the perception of rapid stimuli sequences amodal? *Cortex*, 46(2), 231-241.
- Lecocq, P. (1991). *Apprentissage de la lecture et dyslexie*. Liège : Mardaga.
- Lefavrais, P. (1967). *Test de l'Alouette* (ré-étalonné en 2005). Paris : Les Editions du Centre de Psychologie Appliquée (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.
- Leloup, G. (2011). *Lecture et compétences reliées à la lecture chez des adultes dyslexiques universitaires* (Thèse de doctorat de Sciences du langage). Université de Paris 7 - Denis Diderot.
- Leloup, G., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (en cours de publication). *EVALEC-Adulte*.
- Leloup, G., & Sprenger-Charolles, L. (2011). Les sous-types de dyslexies : une étude de la dyslexie développementale chez l'adulte dyslexique universitaire. In E. Lederlé (Éd.), *Les troubles du langage écrit: regards croisés*. (p. 5-33). Isbergues : OrthoEdition.
- Lobier, M., Peyrin, C., Pichat, C., Le Bas J.-F., Valdois, S. (2014). Visual processing of multiple elements in the dyslexic brain : Evidence for a superior parietal dysfunction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 479.
- Loningan, C. J., Burgess, S. R., & Anthony, J. L. (2000). Development of emergent literacy and early reading skills in preschool children: evidence from a latent-variable longitudinal study. *Developmental Psychology*, 36(5), 596-613.
- Lundberg, I., Olofsson 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.
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 1-14.
- Maeder, C., Roustit, J., Launay, L., & Touzin, M. (2018). *EVALEO 6-15*. Isbergues : Ortho Editions.
- Mahé, G., Doignon-Camus, N., Dufour, A. & Bonnefond, A. (2014). Conflict control processing in adults with developmental dyslexia: an event related potentials study. *Clinical Neurophysiology : Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 125(1), 69-76.
- Marshall, J. & Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia: a psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research*, 2(3), 175-199.
- Martin, J., Colé, P., Leuwers, C., Zorman, M., & Sprenger-Charolles, L. (2010). Reading in french-speaking adults with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 60(2), 238-264.

- Martin, J., & Colé, P. (2009). La dyslexie à l'âge adulte. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 103, 255-262.
- 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.
- Pech-Georgel, C., & George, F. (2010). Evolution des pathologies du langage écrit chez l'adolescent dyslexique. *Actualités dans la prise en charge des trouble dys*. Marseille : Solal.
- Pelli, D. G., Burns, C. W., Farell, B., & Moore-Page, D. C. (2006). Feature detection and letter identification. *Vision Research*, 46(28), 4646-4674.
- 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.
- Posner, M. I. & Rothbart, M. K. (1991). Les mécanismes de l'attention et de l'expérience consciente. *Revue de Neuropsychologie*, 2(1), 85-115.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general motor dysfunction ? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 213-218.
- Ramus, F. & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 129-141.
- Raven, J. (1998). *PM. Progressives matrices de Raven*. Paris : ECPA.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The quarterly journal of experimental psychology*, 62(8), 1457-1506.
- Ritsher, J. E., Warner, V., Johnson, J. G., & Dohrenwend, B. P. (2001). Intergenerational longitudinal study of social class and depression: a test of social causation and social selection models. *The British Journal of Psychiatry. Supplement*, 178(40), 84-90.
- Ruffino, M., Trussardi, A., Gori, S., Finzi, A., Giovagnoli, S., Menghini, D. & Facoetti, A. (2010). Attentional engagement deficits in dyslexic children. *Neuropsychologia*, 48(13), 3793-3801
- Saksida, A., Ianuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonte, J.-F., Bricout, L., Billard, C., N'Guyen-Morel, M.-A., Le Heuzey, M.-F., Soares-Boucaud, I., George, F., Ziegler, J., Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span and visual stress in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 52(10), 1503-1516.
- Scarborough, H. S. (1990). Very Early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61(6), 1728-1743.
- Showman, M. & Ahissar, M. (2006). Isolating the impact of visual perception on dyslexics' reading ability. *Vision Research*, 46(20), 3514-3525.
- Snowling, M. J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 37-46.
- Sprenger-Charolles, L., Bogliotti, C., Kipffer-Picard, A., & Leloup, G. (2009). Stabilité dans le temps des déficits en et hors lecture chez des adolescents dyslexiques (données longitudinales). *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 103, 243-253.

- Sprenger-Charolles, L. & Casalis, S. (1996). *Lire : Lecture et écriture, acquisition et troubles du développement*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Piquard-Kipffer, A., & Leloup, G. (2010). *EVALEC-Enfant : une batterie d'évaluation diagnostique des troubles spécifiques d'apprentissage de la lecture (ou dyslexie)*. Isbergues : Ortho-Edition.
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., Jiménez, J. E., & Ziegler, J. C. (2011). Prevalence and reliability of phonological, surface, and mixed profiles in dyslexia: a review of studies conducted in languages varying in orthographic depth. *Scientific Studies of Reading*, 15(6), 498-521.
- Stanké, B. (2016). *Les dyslexies-dysorthographies*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Storch, S. A., & Whitehurst, G. J. (2002). Oral language and code-related precursors to reading: evidence from a longitudinal structural model. *Developmental Psychology*, 38(6), 934-947.
- Svensson, I., & Jacobson, C. (2006). How persistent are phonological difficulties? A longitudinal study of reading retarded children. *Dyslexia*, 12, 3-20.
- Swanson, H. L., & Hsieh, C. J. (2009). Reading disabilities in adults: a selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research*, 79(4), 1362-1390.
- Szenkovits, G. & Ramus, F. (2005). Exploring dyslexics' phonological deficit: lexical vs. sub-lexical and input vs. output processes. *Dyslexia*, 11(4), 253-268.
- Valdois, S. (2014). Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique ? *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 128(26), 27-35.
- Valdois, S., Bosse, M.-L., Ans, B., Zorman, M., Carbonnel, S., David, D. & Pellat, J. (2003). Phonological and visual processing deficits are dissociated in developmental dyslexia: evidence from two case studies. *Reading and Writing*, 16, 543-572.
- Valdois, S., Bosse, M.-L., & Peyrin, C. (2014). *Exercices progressifs des capacités d'empan visuo-attentionnel*. Isbergues : Ortho-Editions.
- Valdois, S., Colé, P., & David, D. (2004). *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales*. Marseille : Solal.
- Valdois, S., Guinet, E., & Embs, J.L. (2014). *EVADYS : outil de diagnostic des troubles de l'empan VA*. Isbergues : Ortho-Editions.
- Valdois, S. (2014). Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique ? *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 128(26), 27-35.
- 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.
- 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.

Zoubrinetzky, R., Bielle, F., & Valdois, S. (2014). New insights on developmental dyslexia subtypes: heterogeneity of mixed reading profiles. Third Oxford-Kobe symposium, (Oxford), United Kingdom, April 11-13th.

Zoubrinetzky, R., Nguyen-Morel, M.-A., & Valdois, S. (en cours de publication). *Effects of a visual attention span training in dyslexia: causal relation between VA span and reading.*

Liste des annexes

Annexe n°1 : Données sociologiques des participants aux pré-tests.

Annexe n°2 : Présentation des participants à l'étude.

Annexe n°3 : Lettre d'information destinée aux étudiants.

Annexe n°4 : Consentement de participation.

Annexe n°5 : Lettre d'information destinée aux parents.

Annexe n°6 : Document de consentement de participation destiné aux parents.

Annexe n°7 : Lettre d'information destinée aux enfants.

Annexe n°8 : Affiches de recrutement pour les participants dyslexiques et contrôles