



*Département d'Orthophonie
Gabriel DECROIX*

MEMOIRE

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

Ophélie AGUILAR

soutenu publiquement en juin 2018 :

**Sévérité de la dyslexie : état des lieux et étude des
facteurs impliqués**

Étude préliminaire à la création d'une échelle de sévérité

MEMOIRE dirigé par :

Gaëlle DEBRUYNE, Orthophoniste, CRDTA, Lille

Loïc GAMOT, Orthophoniste, CRDTA, Lille

Lille – 2018

Remerciements

Je remercie les promoteurs de mon mémoire, Madame Debruyne et Monsieur Gamot, pour leur implication, leurs conseils avisés et leur grande disponibilité.

Mes remerciements vont également à Monsieur Devignes, pour m'avoir grandement aidée à mener à bien la partie statistique de ce mémoire.

Je remercie Madame Ayrole et les autres professionnels du CRDTA qui ont accepté de répondre à mes nombreuses questions sur leur temps de travail.

Je remercie mes maîtres de stages pour avoir rendu cette année scolaire enrichissante sur les plans professionnel et personnel.

Enfin, je remercie Agathe, mes amis, ma mère et ma grand-mère pour leur soutien.

Résumé :

Quantifier la sévérité du trouble permet à l'orthophoniste de préciser le pronostic, d'aménager au mieux la prise en charge du patient, de guider les parents et de réadapter ses objectifs selon l'évolution du patient. Notre objectif principal était de quantifier la sévérité de la dyslexie, en incluant les facteurs non-traités dans les échelles de sévérité existantes, dans l'optique d'en créer une nouvelle. Nous avons émis deux hypothèses, l'une suggérant que la sévérité de la dyslexie repose sur un ensemble de facteurs, l'autre suggérant que l'accumulation de ces facteurs constitue un facteur aggravant le trouble. Nous avons donc cherché à identifier les facteurs les plus pertinents pour juger de la sévérité du trouble, au moyen d'une analyse statistique portant sur 98 dossiers de patients dyslexiques. Pour ce faire, nous avons analysé les corrélations entre des indices représentatifs des facteurs de sévérité et un score composite représentatif des retentissements de surface de la dyslexie. A l'issue de l'interprétation des résultats statistiques, nous avons conclu à l'existence de cinq principaux facteurs explicatifs des retentissements de surface de la dyslexie, parmi lesquels le vocabulaire passif, la fluidité en lecture de mots irréguliers et le raisonnement perceptif se sont avérés les plus pertinents. Cependant, les limites de notre étude ne nous permettent pas d'avancer que ces trois facteurs sont de manière générale les plus pertinents pour juger de la sévérité d'une dyslexie.

Mots-clés :

Dyslexie – Facteurs de sévérité – Retentissements de surface –Echelle de sévérité

Abstract :

Quantifying the severity of a disorder allows the speech therapist to specify the prognosis, to arrange for the care of the patient, to guide the parents and to readapt his goals according to the patient's evolution. Our main objective was to quantify the severity of dyslexia, including factors not processed by existing scales of severity, in order to create a new one. We made two assumptions, one suggesting that the severity of dyslexia is based on a variety of factors, the other suggesting that the accumulation of these factors may aggravate the disorder. We sought to identify the most relevant factors for assessing the severity of the disorder, using a statistical analysis of 98 dyslexic patients records. We therefore analyzed the correlations between indices representative of the severity factors and a composite score representative of the surface repercussions of dyslexia. The interpretation of the statistical results enabled us to conclude the existence of five main factors explaining the surface repercussions of dyslexia, among which the passive vocabulary, the fluidity of irregular words' reading and the perceptual reasoning proved to be most relevant. However, the limitations of our study do not allow us to argue that these three factors are generally the most relevant to assess the severity of dyslexia.

Keywords :

Dyslexia – Severity factors – Surface repercussions – Severity scale

Table des matières

Introduction	6
Contexte théorique, buts et hypothèses	6
1. La dyslexie-dysorthographe	6
1.1. Un trouble d'apprentissage	6
1.2. Définition de la dyslexie-dysorthographe	6
1.3. Hypothèses explicatives de la dyslexie	7
1.3.1. Hypothèse phonologique	7
1.3.2. Hypothèses sensori-motrices.....	7
1.4. Critères diagnostiques	7
1.5. Critères de sévérité	8
1.5.1. Critères de sévérité d'un TSA.....	8
1.5.2. Critères de sévérité d'un TSLE	8
1.6. Facteurs de sévérité	9
1.6.1. Facteurs favorisant l'ensemble des apprentissages.....	10
1.6.2. Facteurs favorisant spécifiquement l'apprentissage du langage écrit.....	11
1.6.3. Facteurs associés à la dyslexie	12
1.7. Conséquences de la dyslexie	13
1.7.1. Retentissements de surface.....	13
1.7.2. Conséquences sociales	13
1.7.3. Conséquences psychologiques	13
1.7.4. Facteurs de compensation de la dyslexie	13
Buts et hypothèses	14
Méthode.....	14
1. Population.....	14
2. Matériel	15
2.1. Choix des indices	15
2.1.1. Valeurs de référence	16
2.1.2. Facteurs généraux.....	16
2.1.3. Facteurs spécifiques	17
2.1.4. Facteurs associés à la dyslexie	17
2.1.5. Facteurs de compensation	17
3. Procédure.....	17
Résultats	18
1. Données descriptives.....	18
2. Facteurs conservés pour l'analyse statistique	21
3. Imputation de données	23
4. Score composite « de retentissement de surface »	24

5. Résultats de la régression linéaire multiple : facteurs explicatifs des retentissements de surface	26
6. Vérification des conditions d'application de la régression linéaire multiple	27
6.1. Homogénéité et indépendance des résidus	27
6.2. Normalité de la distribution des résidus	27
6.3. Multi-colinéarité.....	28
Discussion	28
1. Analyse des caractéristiques de la population étudiée.....	28
2. Analyse des corrélations obtenues.....	29
3. Limites de l'étude	30
3.1. Limites à l'extrapolation des résultats	30
3.2. Biais de mesure	31
Conclusion.....	33
Bibliographie.....	34
Liste des Annexes.....	38
Annexe n°1 : Tableau-synthèse de la partie théorique (A1).....	38
Annexe n°2 : Flowchart, diagramme de flux (A2).....	38
Annexe n°3 : Indices sélectionnés pour le recueil de données (A3)	38
Annexe n°4 : Vérification des conditions d'application de la régression linéaire multiple (A4)	38

Introduction

Secondairement à la pose du diagnostic de trouble spécifique du langage écrit (TSLE), autrement appelé dyslexie, quantifier la sévérité du trouble permet à l'orthophoniste de préciser le pronostic, d'adapter au mieux la prise en charge et les aménagements proposés au patient, de guider les parents et de réadapter les objectifs de rééducation selon l'évolution du patient.

De nombreux facteurs impliqués dans la sévérité de la dyslexie sont pris en compte en pratique clinique par les orthophonistes mais ne sont pas repris dans les échelles de sévérité existantes. Dès lors, il nous apparaît pertinent de reconsidérer la sévérité de la dyslexie à la lumière de tous les facteurs n'étant pas évoqués dans ces échelles. Ainsi, nous supposons que la sévérité d'un TSLE repose sur un ensemble de facteurs, et voulons, à travers ce mémoire, identifier les facteurs les plus pertinents pour juger de la sévérité du trouble.

Dans la première partie de ce mémoire, nous ferons un rappel théorique sur la dyslexie et détaillerons ses critères diagnostiques. Nous présenterons les critères de sévérité présents dans les échelles existantes. Ensuite, nous aborderons les nombreux facteurs issus de la littérature, qui favorisent l'ensemble des apprentissages, avant de nous intéresser à ceux dévolus à l'apprentissage du langage écrit. Nous développerons également les facteurs pouvant aggraver une dyslexie et les conséquences que peut engendrer ce trouble. Enfin, nous exposerons les indices sémiologiques, cognitifs, environnementaux, psychoaffectifs, et de retentissement qui représentent les facteurs évoqués précédemment.

Notre partie expérimentale a pour objectif d'évaluer l'implication des différents facteurs dans la sévérité d'un TSLE, via une étude de corrélations statistiques portant sur quatre-vingt-dix-huit dossiers de patients diagnostiqués dyslexiques au CRDTA de Lille.

Enfin, nous révélerons les résultats de notre étude. La dernière partie de notre mémoire sera consacrée à une discussion sur l'ensemble de notre travail.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. La dyslexie-dysorthographe

1.1. Un trouble d'apprentissage

Le terme médical « trouble d'apprentissage » désigne un trouble permanent d'origine neurologique qui perturbe l'acquisition, la compréhension, l'utilisation et le traitement de l'information verbale ou non-verbale et cause un dysfonctionnement dans le processus d'acquisition des connaissances. Un trouble d'apprentissage est spécifique, car circonscrit à la fonction cognitive touchée (OMS, 2008).

1.2. Définition de la dyslexie-dysorthographe

La dyslexie-dysorthographe est un trouble d'apprentissage spécifique à l'acquisition de la lecture, et durable. Il peut engendrer des difficultés de compréhension en lecture et dans l'acquisition de l'orthographe. Ce trouble concerne 6 à 8% des enfants français d'âge scolaire et 1,5 à 2 garçons pour une fille (Inserm, 2007).

1.3. Hypothèses explicatives de la dyslexie

Nous allons présenter les différentes théories qui visent à expliquer les causes de la dyslexie.

1.3.1. Hypothèse phonologique

La théorie explicative de la dyslexie, aujourd'hui consensuelle, est l'hypothèse du déficit phonologique. D'après cette théorie, les compétences phonologiques (discrimination, conscience phonologique et mémoire phonologique à court terme) ne sont pas efficaces chez les dyslexiques et cela freine l'acquisition d'une bonne correspondance entre graphèmes et phonèmes (Rack *et al.*, 1992 ; Lundberg & Høien, 1989 ; Wimmer, 1996 cités par Sprenger-Charolles *et al.*, 1999).

1.3.2. Hypothèses sensori-motrices

Les autres théories explicatives de la dyslexie évoquent respectivement plusieurs origines du trouble : un déficit du traitement temporel auditif, un déficit de la perception catégorielle, une atteinte visuelle centrale, ou encore une atteinte motrice d'origine cérébelleuse. Nous ne les détaillerons pas dans le cadre de ce mémoire, car les dernières avancées scientifiques sur la dyslexie sont majoritairement en faveur de l'hypothèse phonologique (Inserm, 2007).

1.4. Critères diagnostiques

Dans les différentes classifications internationales, les principaux critères utilisés pour caractériser les troubles des apprentissages sont : la discordance (le trouble est inattendu compte tenu des autres aspects du développement), la spécificité (le trouble n'est pas attribué à un trouble plus global) et l'origine neurobiologique (le trouble apparaît tôt dans la vie et interfère avec le développement normal).

Dans le DSM 5 (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux de l'American Psychiatric Association, 2015), le TSLE est reconnu comme appartenant aux « troubles spécifiques des apprentissages » (TSA). Le critère majeur des TSA est la persistance depuis au moins six mois d'un des six symptômes des TSA en dépit d'une prise en charge individualisée et d'une adaptation pédagogique ciblée. Ces six symptômes sont : 1) une lecture de mots inexacte, lente ou laborieuse, 2) des difficultés à comprendre la signification de ce qui est lu (même si lu correctement), 3) des difficultés d'orthographe : ajout ou omission de lettres, 4) des difficultés dans l'expression écrite (erreurs de ponctuation ou grammaticales, défauts d'organisation des paragraphes, manque de clarté de l'expression des idées), 5) des difficultés à maîtriser le sens des nombres, les faits numériques ou le calcul, 6) des difficultés dans le raisonnement mathématique (appliquer des concepts ou des faits dans la résolution de problèmes). Enfin, les critères d'exclusion du TSA sont les troubles du développement intellectuel, les troubles mentaux, un retard de développement global, des troubles neurologiques, sensoriels (vision, audition) ou moteurs, les troubles psychologiques, le manque d'instruction, la méconnaissance du langage.

Le DSM 5 précise que la dyslexie est un terme alternatif utilisé pour faire référence à un certain type de difficultés, caractérisé par des problèmes dans la précision et la vitesse de reconnaissance des mots écrits, des faibles capacités de décodage et en orthographe.

La CIM-10 (Classification internationale des maladies, OMS, 2008)¹ intègre le TSLE aux « troubles spécifiques des acquisitions scolaires ». Elle utilise des critères d'inclusion stricts : la note obtenue à une épreuve standardisée d'exactitude ou de compréhension de la lecture doit se situer à au moins deux écarts-types en-dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et de l'intelligence générale de l'enfant. De plus, elle propose des critères diagnostiques adaptés à l'âge de l'enfant : la présence d'antécédents de difficultés sévères en lecture, ou de résultats de tests inférieurs à moins deux écarts-types à un âge antérieur. Au test d'orthographe, le résultat doit se situer à au moins deux écarts-types en-dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI.

Les deux classifications s'accordent sur l'appartenance du TSLE à une catégorie plus vaste, les TSA. Elles divergent cependant sur la note représentant le seuil diagnostique. La CIM 10 quant à elle, ne tient pas compte de la prise en charge antérieure du trouble. Ces différences ont un impact sur le diagnostic et la prévalence de la dyslexie (Inserm, 2007).

1.5. Critères de sévérité

1.5.1. Critères de sévérité d'un TSA

Les critères de sévérité d'un TSA issus du DSM 5 se basent sur : la réussite académique, la nature des aménagements nécessaires et la résistance du trouble en dépit des aménagements mis en place. D'après cette classification, un TSA sévère causera des difficultés majeures dans plusieurs champs des acquisitions académiques. La multiplicité des atteintes nécessitera une prise en charge intensive et longue durant toute la scolarité. Malgré des aménagements adaptés, le sujet peut ne pas être capable d'effectuer toutes les activités de manière efficiente.

1.5.2. Critères de sévérité d'un TSLE

Les critères de sévérités du TSLE ne sont pas détaillés dans le DSM 5 contrairement à ceux des TSA. En pratique clinique, il existe peu de critères objectifs et d'outils permettant d'évaluer la sévérité du TSLE. On peut s'appuyer sur deux échelles disponibles, qui sont : le guide barème de l'Éducation Nationale pour l'évaluation des déficiences et incapacités des personnes handicapées² (explicité dans le dossier technique de la CNSA³, 2013) et l'échelle de Billard et Delteil-Pinton (2010). Il existe aussi des échelles non-officielles au niveau régional.

En suivant le barème de l'Éducation Nationale, l'équipe pluridisciplinaire de la CDAPH⁴ considère la gravité des troubles du langage en se basant sur les retentissements scolaires et sociaux. On retrouve la dyslexie à trois niveaux de sévérité, correspondant chacun à un taux d'incapacité. Le premier niveau de sévérité est la déficience moyenne (20 à 45% d'incapacité). Elle correspond aux déficiences du langage écrit ou oral perturbant notablement les apprentissages scolaires, mais pas la socialisation. Le second niveau de sévérité, la déficience importante, correspond aux « troubles importants de l'acquisition du langage oral et écrit perturbant notablement les apprentissages et retentissant sur la socialisation » (50 à 75%

¹ Source : apps.who.int/classifications/icd10/browse/2008/fr

² Annexe 2-4 du Code de l'Action Sociale et Des Familles (version Legifrance de 2013)

³ Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie

⁴ Commissions des droits et de l'autonomie des personnes handicapées au sein de la MDPH

d'incapacité). Le troisième degré de sévérité, la déficience sévère, correspond quant à elle aux « troubles sévères et définitifs de l'acquisition du langage oral et écrit, rendant celui-ci incompréhensible ou absent » (80 à 95% d'incapacité).

L'échelle de Billard et Delteil-Pinton (2010) repose sur des critères symptomatiques et des retentissements de surface. On y retrouve trois niveaux de sévérité de la dyslexie. Elle est dite légère si le déficit existe mais si la lecture reste fonctionnelle et la dictée lisible. Elle est dite moyenne si l'enfant lit si lentement et avec si peu de précision que la compréhension s'en ressent et la transcription reste difficilement lisible. Enfin, la dyslexie est dite sévère, si l'enfant ne peut accéder à la compréhension de phrases ou textes (du niveau du CP⁵) et que son orthographe est illisible.

Cependant, les deux échelles présentées n'évaluent la sévérité du trouble qu'en se référant aux conséquences qu'engendre le TSLE (sévérité diagnostique) et non à des facteurs causaux.

Il existe toutefois des échelles incluant des facteurs causaux, dont la diffusion n'est pas harmonisée au niveau national. Ces échelles ont été créées pour pallier le manque d'un « guide-barème des aménagements »⁶, validé au niveau national. Sous forme de grilles, elles sont rédigées par des médecins conseillers techniques de l'Éducation Nationale (d'après leur expérience clinique) et mises à la disposition des médecins de la CDAPH à l'échelle régionale. Par exemple, celle qui est utilisée en région Ile-de-France permet au médecin d'attribuer un tiers-temps à l'élève dyslexique lors des examens, si le score obtenu est supérieur ou égal à 100 points sur 150. Ce score tient compte des scores obtenus au bilan orthophonique datant de moins de deux ans et comprenant des informations comme : l'âge de lecture, les résultats aux tests de niveau orthographique et de compréhension de lecture. Les médecins recueillent également les informations suivantes : la présence d'un antécédent de retard de langage, d'un redoublement en primaire ou en sixième, ou de troubles associés, d'un suivi orthophonique intense (deux ou trois séances par semaine) et prolongé (sur plus de trois ans), de la présence d'aménagements pédagogiques, et de difficultés scolaires importantes dans les matières concernées par la lecture et l'écriture. N'ayant pu obtenir plus d'informations à ce sujet, nous nous interrogeons toujours sur la façon dont les critères ont été choisis, ainsi que sur la façon dont les coefficients leur ont été attribués.

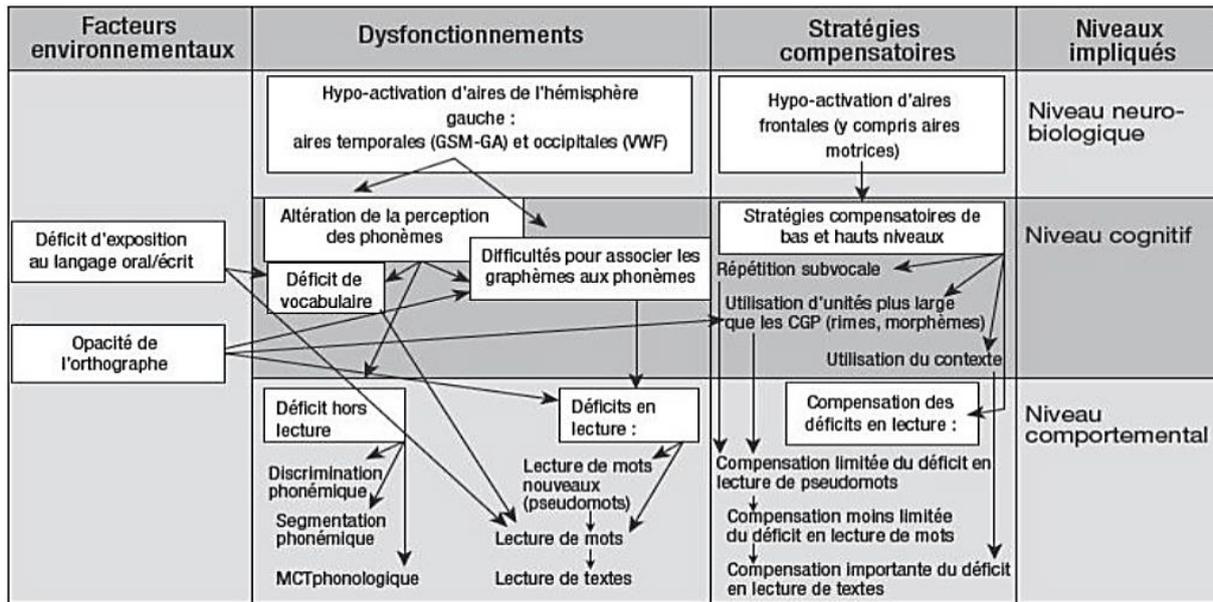
1.6. Facteurs de sévérité

L'étude des facteurs de sévérité de la dyslexie peut se considérer sur plusieurs niveaux : neuro-biologique, cognitif, comportemental et environnemental (cf. Modélisation de Morton et Frith, 1994, dans le Tableau 1a ci-après).

⁵ Cours Préparatoire

⁶ Propos recueillis lors d'un entretien téléphonique avec un médecin travaillant dans une MDPH d'Ile-de-France

Tableau 1a. Modélisation de Morton et Frith (1994)



Nous allons d'abord présenter les facteurs qui favorisent l'ensemble des apprentissages avant de nous intéresser à ceux spécifiques à l'apprentissage du langage écrit. Nous terminerons en présentant les facteurs pouvant aggraver un TSLE. L'ensemble de ces facteurs est synthétisé dans le Tableau 1b de l'Annexe A1.

1.6.1. Facteurs favorisant l'ensemble des apprentissages

De nombreuses ressources psychoaffectives sont au service de la dynamique d'apprentissage. Les piliers de la motivation pour apprendre sont : le sentiment de sécurité (Winnicott, 1989), généré par un environnement stimulant et soutenant, une bonne estime de soi (Reasoner, 1992), ainsi que l'autonomie favorisée par une relation sécurisée à la figure d'attachement principale (Bowlby, 1969, Ainsworth, 1978).

Dans les conditions psychoaffectives optimales, ce sont ensuite les fonctions exécutives et la métacognition qui permettent le processus d'apprentissage en tant que tel (Viau, 1999 ; Schunk, 2003). Tout nouvel apprentissage requiert des prérequis cognitifs : une attention soutenue et sélective, souple et bien orientée ; une mémoire de travail efficiente permettant la manipulation d'informations stockées à court terme ; une mémorisation efficiente dans toutes ses dimensions (encodage et indexage, consolidation, rappel) ; des facultés d'inhibition efficaces permettant la résistance aux interférences ; une bonne flexibilité mentale pour pouvoir s'adapter rapidement aux changements de tâches, ou thèmes, par exemple. Enfin, la capacité de réaliser des enchaînements de pensées et de raisonnements, permet de constituer les liens sémantiques qui donnent sens à ces savoirs et les coordonnent. (Mazeau et Pouhet, 2014). Ces prérequis correspondent à l'intelligence globale, dont la mesure (Quotient Intellectuel ou QI) est fortement corrélée aux performances en mathématiques et en compréhension. En revanche, le QI n'est pas représentatif des capacités de décodage en lecture (Grégoire, 2013).

De plus, la compréhension orale, pivot de tous les apprentissages, dépend aussi de connaissances acquises, comme le vocabulaire (Delahaie, 2009).

À partir des travaux de Turkheimer *et al.* (2003) sur 623 couples de jumeaux, Grégoire

(2009) constate que « lorsque le statut socio-économique des parents est faible, les variations de conditions éducatives déterminent une part importante des différences intellectuelles (60 %). Par contre, lorsque le statut socio-économique des parents est élevé, les conditions éducatives sont généralement optimales. Les différences génétiques sont alors accentuées et interviennent pour une part importante dans les différences de performances intellectuelles ».

Enfin, les bénéfices d'un effectif de classe réduit dans différentes disciplines scolaires (dont les mathématiques et la lecture) ont été démontrés (Student Achievement Guarantee in Education, cité par Ecalle et Magnan, 2015).

1.6.2. Facteurs favorisant spécifiquement l'apprentissage du langage écrit

Nous allons aborder dans un premier temps les prérequis à l'acquisition du langage écrit (conceptuels, cognitifs, moteurs) pour enfin expliquer le rôle des facteurs environnementaux dans cet apprentissage.

Tout d'abord, de bonnes connaissances conceptuelles (compréhension de l'acte d'écrire, de la fonction de l'écriture, de la perception de soi comme lecteur) constituent un précurseur de l'apprentissage de la lecture (Sénéchal *et al.*, 2001).

Ensuite, la discrimination (habileté à distinguer les phonèmes spécifiques de la langue différant par un ou plusieurs traits phonétiques) et la constance (capacité à juger comme équivalents différents patterns acoustiques d'un même phonème) sont deux capacités complémentaires nécessaires pour bien percevoir la parole et les phonèmes (Bishop, 1997, cité par Macchi *et al.*, 2013). Chez des enfants âgés de 0 à 5 ans, cinq compétences précoces sont indiscutablement prédictives du niveau ultérieur en lecture (en CP et CE1⁷) : la connaissance du nom et du son des lettres, la conscience phonologique (au niveau phonémique, rimique ou syllabique), la dénomination rapide (de lettres, chiffres, couleurs et images d'objets), la capacité à écrire des lettres et/ou son propre nom, et la mémoire phonologique à court terme (National Early Literacy Panel, 2008). Par ailleurs, les compétences phonologiques apparaissent fortement liées à la mémoire de travail auditivo-verbale (Declercq-Quagebeur *et al.*, 2010). Enfin, alors que le pouvoir prédictif des compétences d'analyse phonologique diminue en fonction du niveau scolaire, celui des compétences d'analyse morphologique augmente (Inserm, 2007). D'après Kendeou *et al.* (2007), ce ne sont pas les mêmes aspects de la conscience morphologique qui ont un impact sur la reconnaissance de mots écrits et sur la compréhension : du CP au collège, la production morphologique impacterait plus la reconnaissance des mots écrits tandis que la segmentation (ou analyse morphologique) impacterait plus la compréhension écrite. Par ailleurs, le modèle de Bundesen (1998) nous permet de comprendre les mécanismes visuels impliqués dans la reconnaissance de mots écrits. Il suggère que les performances, observées lors du traitement visuel simultané d'un ensemble de lettres, dépendent de plusieurs paramètres : la discriminabilité des différents éléments et la qualité de leurs représentations en mémoire à long terme, la capacité de stockage de la mémoire visuelle à court terme (limitée), et la répartition de l'attention visuelle sur les différents éléments (uniforme ou pas).

De plus, il existerait des prérequis moteurs à l'acquisition du langage écrit. D'après, Dewaele *et al.* (2015), la capacité à produire un geste complexe (pantomime) serait corrélée à

⁷ Première année de Cours Élémentaire

l'apprentissage de la lecture.

Enfin, l'environnement joue un rôle important dans l'apprentissage du langage écrit. C'est d'abord la lecture partagée qui attire l'attention de l'enfant sur les fonctions, les conventions et les formes du code écrit ; elle est reconnue efficace pour développer la conscience de l'écrit (Adams, 1990). C'est ensuite la fréquence des lectures qui permettra de normaliser le niveau de lecture, notamment chez un mauvais lecteur (Vellutino *et al.* 1996). Enfin, un enseignement scolaire efficace de la lecture doit être individualisé, c'est-à-dire reposer sur l'évaluation continue des compétences en lecture et de celles qui lui sont associées. Cet enseignement doit reposer sur plusieurs dimensions : l'apprentissage du code et la pratique d'activités axées sur le sens de ce qui est lu (Connor *et al.*, 2007, cités par Ecalle et Magnan, 2015).

1.6.3. Facteurs associés à la dyslexie

Nous abordons maintenant les facteurs associés à la dyslexie, susceptibles de majorer sa sévérité. Les chiffres non référencés de cette partie sont issus de la synthèse de Huc-Chabrolle *et al.* (2010).

Tout d'abord, tous les TSA induisent des troubles psychoaffectifs plus ou moins marqués, que nous détaillerons lorsque nous aborderons les conséquences de la dyslexie. Ensuite, le TDA/H (trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité) est une comorbidité présente dans 15 à 40% des dyslexies. Une étude de jumeaux montre que l'association entre le TDA/H et la dyslexie est bien expliquée par des facteurs génétiques communs, d'après Huc-Chabrolle *et al.* (2010). Le TDA/H doit être détecté et pris en charge pour permettre à la rééducation de la dyslexie de devenir efficace (Billard et Delteil-Pinton, 2010). Par ailleurs, la précocité intellectuelle accentuerait les conséquences d'un TDA/H (Habib et Joly-Pottuz, 2008).

Tout comme le TDA/H, les troubles des apprentissages constituent des comorbidités fréquentes à la dyslexie car ils partagent des facteurs étiologiques communs. En premier lieu, la moitié des enfants dyslexiques ont souffert d'un défaut plus ou moins sévère de l'installation de la parole et du langage (Habib et Joly-Pottuz, 2008). L'association entre dyslexie et troubles du langage oral peut être reliée à la fois à un facteur cognitif partagé (les représentations phonologiques) et à l'existence probable de gènes de susceptibilité communs. Après les troubles du langage oral, la dyscalculie serait le deuxième trouble spécifique des apprentissages associé à la dyslexie et concernerait 25 % des dyslexiques. Les troubles du développement moteur, incluant la dyspraxie et les troubles des coordinations, concerneraient 50 % des dyslexiques.

Les difficultés phonologiques persistantes chez les enfants de 5 à 6 ans sont un facteur de risque d'échec d'apprentissage de la lecture car un déficit des compétences phonologiques risque d'induire un déficit de la voie d'assemblage (Declercq-Quagebeur *et al.*, 2010). De plus, un certain nombre d'enfants dyslexiques auront aussi des difficultés dans la voie d'adressage, soit majoritairement au cours de l'évolution, soit plus rarement d'emblée. Ces difficultés retentiront principalement sur la vitesse de lecture, la lecture des mots irréguliers, ainsi que l'orthographe lexicale. Enfin, il est rare qu'une des deux voies de lecture soit totalement épargnée dans la dyslexie (Billard et Delteil-Pinton, 2010). Nous pouvons alors considérer qu'une atteinte importante d'une ou des deux voies de lecture constitue un facteur de sévérité spécifique à la dyslexie.

1.7. Conséquences de la dyslexie

1.7.1. Retentissements de surface

Les échelles de sévérité existantes présentent plusieurs retentissements de surface : la lenteur et le manque de précision en lecture, ainsi que les difficultés à comprendre ce qui est lu. Par ailleurs, « la dysorthographe est [...] considérée par la plupart des auteurs comme une conséquence évidente des difficultés d'apprentissage de la correspondance graphème-phonème présentes dans la dyslexie. » (Huc-Chabrolle *et al.*, 2010, p.176) De plus, « l'association entre dyslexie et dysgraphie semble s'inscrire dans deux contextes différents : des cas rares où la dysgraphie est la conséquence d'une dyspraxie et des cas beaucoup plus fréquents où la dysgraphie est liée spécifiquement au trouble langagier » (Huc-Chabrolle *et al.*, 2010, p.178). Enfin, les difficultés liées à un TSA sévère sont marquées dans l'acquisition des aptitudes académiques de plusieurs domaines (DSM 5), et engendrent parfois des redoublements.

1.7.2. Conséquences sociales

La dyslexie peut porter atteinte à l'image de soi et donc à l'estime de soi, atteinte pouvant être majorée par les moqueries des camarades de classe. Elle peut aussi perturber l'équilibre familial, notamment si la famille « nie le trouble et l'assimile à de la fainéantise » (Al-Lamki, 2012, p.270), ce qui accentue la frustration de l'enfant. Plus tardivement, la dyslexie risque d'avoir un impact négatif sur la carrière professionnelle.

1.7.3. Conséquences psychologiques

Les troubles psychoaffectifs, souvent conséquence d'une situation d'échec particulièrement douloureuse chez certains enfants ou familles fragiles, peuvent se manifester de diverses manières : sentiments dépressifs, inhibition, troubles oppositionnels avec provocation, troubles alimentaires (Billard et Delteil-Pinton, 2010). Les liens de causalité qu'entretiennent les troubles psychoaffectifs avec la dyslexie sont particulièrement difficiles à établir. On sait toutefois que l'anxiété de performance, conséquence des échecs scolaires liés à la dyslexie, expliquerait l'augmentation des troubles anxieux chez les dyslexiques. De plus, on retrouve un risque trois fois plus important de présenter un diagnostic de trouble des conduites chez les adolescents dyslexiques. Les liens entre ces troubles et la dyslexie sont, eux, principalement expliqués par des facteurs environnementaux communs (Carroll *et al.*, 2005, cités par Huc-Chabrolle *et al.*, 2010).

1.7.4. Facteurs de compensation de la dyslexie

Certains enfants dyslexiques ont la capacité à mettre en place des moyens de compensation afin d'accéder au sens de ce qu'ils lisent. L'enfant qui compense peut s'appuyer sur les unités morphémiques dérivationnelles en identifiant la base et les affixes des mots (Colé, Leuwers et Casalis, 2005). Il peut aussi subvocaliser ou encore s'appuyer sur le contexte pour déduire le sens d'une partie d'un texte qui aurait été mal décodée (Morton et Frith, 1994). Les enfants ayant de bonnes capacités lexicales et syntaxiques et présentant un trouble phonologique, ont la possibilité de compenser leur déficit en lecture et d'améliorer leur performance en compréhension écrite (Goulandris *et al.*, 2000).

Il est communément admis que la fréquence, la précocité et la durée des soins

orthophoniques sont des facteurs de meilleur pronostic. Des recherches ont également mis en évidence l'importance d'un entraînement intensif (Vellutino *et al.*, 2003), de la collaboration des parents notamment par la reprise d'exercices à la maison (Lambert *et al.*, 2006) et de l'acceptation du trouble par l'entourage et les enseignants (Bour, 2012). De plus, d'après le DSM 5, les difficultés académiques liées à un TSA nécessitent la mise en place d'aménagements scolaires. Ces aménagements sont des facteurs de compensation avérés (Inserm, 2007). Avant le diagnostic de TSA, des dispositifs internes à l'établissement⁸ (PPRE⁹ et PAP¹⁰) peuvent déjà proposer à l'élève des aménagements scolaires, ayant pour vocation de limiter les conséquences du trouble sur les apprentissages. Une fois le TSA diagnostiqué, l'élève peut bénéficier d'un PPS¹¹, dispositif relevant de la MDPH¹² et proposant des aménagements pédagogiques : aide humaine (AVSi¹³) ou technique (logiciels informatiques), aménagements aux examens (tiers-temps etc.). L'orientation scolaire peut aussi être modifiée, vers des classes ou établissements spécialisés.

Buts et hypothèses

Plusieurs objectifs motivent la réalisation de ce mémoire. Le premier objectif est de mettre en évidence les facteurs impliqués dans la sévérité de la dyslexie selon leur niveau (neuro-biologique, cognitif, comportemental et environnemental), notamment ceux qui ne sont pas traités dans les échelles de sévérité existantes. Le second objectif est de mesurer le degré d'implication de ces facteurs dans la sévérité de la dyslexie, afin de déterminer *in fine* leur pouvoir prédictif dans le pronostic d'un TSLE. Le troisième objectif est d'explorer les effets de l'accumulation de ces facteurs sur la sévérité de la dyslexie (et son pronostic). Dans le cadre d'un autre travail, le dernier objectif serait de créer une échelle de sévérité composite reprenant tous ces facteurs, à destination des orthophonistes.

Ainsi, en nous basant sur les échelles de sévérité existantes, nous supposons d'une part que la sévérité d'un TSLE repose sur un ensemble de facteurs, dont certains sont plus pertinents que d'autres pour juger de la sévérité (et du bon pronostic) du trouble. D'autre part, nous supposons que l'accumulation de facteurs de sévérité constitue un facteur aggravant le trouble.

Méthode

1. Population

L'étude que nous avons réalisée, de nature rétrospective, se base sur des données cliniques. La population-source est constituée de 106 patients diagnostiqués dyslexiques au

⁸ Source : www.dys-positif.fr/pps-pap-pai-ppre/

⁹ Programme Personnel de Réussite Educative

¹⁰ Plan d'Accompagnement Personnalisé

¹¹ Projet Personnalisé de Scolarisation

¹² Maison Départementale des Personnes Handicapées

¹³ Auxiliaire de Vie Scolaire individuel

CRDTA de Lille¹⁴ du Centre Hospitalier Régional Universitaire de Lille, entre le 9 janvier 2015 et le 19 décembre 2016. Ces patients sont scolarisés du CE2 à la 5^{ème}. Nous avons fait le choix de ne pas inclure de patients ayant consulté au CRDTA en 2017, car une minorité d'entre eux ont bénéficié d'un test psychométrique plus récent, et nous avons jugé peu opportun de surcharger notre base de données avec des scores disponibles uniquement pour un échantillon restreint. Parmi ces 106 patients dont l'âge moyen est de 10 ; 5 ans, nous comptons 76 garçons et 36 filles, âgés de 8 ; 1 à 13 ; 8 ans. Après avoir exclu neuf sujets de la population-source (cf. Annexe A2), l'échantillon final de notre étude se compose de 98 sujets.

2. Matériel

Par souci de lisibilité, nous avons répertorié dans le tableau ci-dessous les auteurs de tests que nous allons citer plusieurs fois.

Tableau 1c. Auteurs des tests utilisés

Alouette-O : Lefavrais (1967)
Alouette-R : Lefavrais (2005)
BALE : Jacquier-Roux, Lequette, Pouget, Valdois et Zorman (2010)
Chronosdictées : Baneath, Boutard, et Alberti (2006)
ELDP 2 : Macchi, Descours, Girard, Guitton, Morel, Timmermans et Boidein (2012)
ELO : Khomsi (2001)
EVIP : Dunn, Theriault-Halen (1993)
L2MA2 : Chevrie-Muller, Maillart, Simon et Fournier (2010)
LMC-R : Khomsi (1999)
Maxence : Bessis , George, Pech-Georgel et Sallantin (2013)
Nepsy : Korkman, Kirk et Kemp (1998)
Nepsy 2 : Korkman, Kirk et Kemp (2007)
Odedys 2 : Zorman, Lequette et Pouget (2005)
Vol du PC : Boutard, Claire et Gretchanovsky (2006)
WISC IV : Weschler (2005)

2.1. Choix des indices

À chaque facteur présenté dans la partie théorique, nous avons associé un indice quantitatif qui le représente (exploitable statistiquement) et parfois des informations qualitatives complémentaires. Ces indices sont majoritairement issus de tests standardisés. Cependant, nous avons exclu certains des facteurs présentés dans la partie théorique lorsqu'il n'existait pas d'indice disponible au CRDTA pour les représenter, ou parce qu'ils n'étaient pas relevés au CRDTA pour des raisons éthiques (ex. informations trop personnelles). Tous les indices que nous avons sélectionnés sont synthétisés dans l'Annexe A3 (cf. Tableau 2).

¹⁴ Centre Régional de Diagnostic des Troubles d'Apprentissage

2.1.1. Valeurs de référence

Les indices que nous avons choisis pour appréhender « un niveau de sévérité générale de retentissement » sont : la vitesse et la précision en lecture (Alouette-R), le décalage entre l'âge chronologique et l'âge de lecture (Alouette-O), le nombre de fautes en transcription (aux tests L2MA2 et Chronosdictées), la compréhension de texte ou phrases (aux tests L2MA2, Vol du PC, LMC-R et Maxence). Enfin, nous avons comptabilisé les redoublements qui constituent un indicateur des retentissements scolaires.

2.1.2. Facteurs généraux

Nous avons sélectionné L'IRP¹⁵ de la WISC IV pour évaluer : le traitement visuo-spatial et les capacités visuo-constructives (subtest « Cubes »), la logique et les capacités de déduction impliquées dans le mécanisme d'inférence (subtest « Matrices »), le raisonnement catégoriel à partir d'items non-verbaux et les capacités d'abstraction (subtest « Identification de concepts »), les capacités d'analyse visuo-perceptive et les capacités attentionnelles (subtest « Complément d'images »). Plus globalement, cet indice rend compte des capacités de raisonnement non-verbal de l'enfant, aptitude reposant sur des fonctions exécutives efficaces. Nous avons également tenu compte de l'âge chronologique à titre exploratoire, et de la vitesse de traitement des informations (IVT¹⁶ de la WISC IV).

Les différences entre dyslexiques et normo-lecteurs étant plus faibles quand la lecture est évaluée par des tests de lecture de mots en contexte, comparativement à des tests impliquant des mots isolés ou des pseudo-mots, ceci indique que les enfants dyslexiques utilisent les informations contextuelles et lexicales pour compenser leurs difficultés (Sprenger-Charolles et Colé, 2013). Cela justifie la prise en compte de l'étendue du stock lexical de l'enfant lors de notre étude via les scores à l'EVIP et au subtest « Vocabulaire » de l'ICV¹⁷ de la WISC IV. Cette donnée nous informe aussi indirectement sur les capacités d'expression verbale. Les autres subtests de l'ICV évaluent : les capacités de raisonnement verbal et d'abstraction à partir d'items verbaux (subtest « Similitudes »), le niveau de connaissance général, les connaissances scolaires, et la compréhension orale (subtest « Raisonnement verbal ») (Grégoire, 2007).

Selon Billard *et al.* (2009), « Le niveau de diplôme, l'activité professionnelle, le revenu des parents, le bilinguisme, et le degré d'exposition à l'écrit à domicile jouent un rôle tant dans le développement des aptitudes précoces facilitant l'apprentissage de la lecture que sur son apprentissage proprement dit » (p.192). La catégorie socio-professionnelle est le seul indicateur synthétique (créé par l'INSEE¹⁸) représentant l'activité professionnelle mais il ne présente pas d'ordre explicite, de hiérarchie. Cet indicateur ne nous permet pas de comparer les catégories entre elles. L'indice quantitatif pertinent à analyser aurait été le nombre d'années d'études des parents, mais cette donnée n'est pas relevée habituellement au CRDTA, nous avons donc conservé l'indicateur de l'INSEE pour disposer d'informations qualitatives sur notre population d'étude.

¹⁵Indice de Raisonnement Perceptif

¹⁶Indice de Vitesse de Traitement

¹⁷Indice de Compréhension Verbale

¹⁸Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

2.1.3. Facteurs spécifiques

Suivant l'hypothèse phonologique étiologique consensuelle, nous souhaitons identifier l'ampleur du déficit phonologique des sujets. Pour ce faire, nous avons choisi d'évaluer les processus sous-jacents déficitaires comme : la métaphonologie via la Nepsy 2, la discrimination phonologique via l'ELDP 2, puis la répétition de mots, pseudo-mots et phrases (respectivement à l'ELO, à la Nepsy 2 et à la Nepsy) faisant appel aussi bien à la discrimination phonologique qu'à la mémoire auditivo-verbale à court terme. De plus, nous avons sélectionné L'IMT¹⁹ de la WISC IV pour nous renseigner sur la mémoire de travail auditivo-verbale, impliquée dans la récapitulation (boucle audio-phonatoire).

2.1.4. Facteurs associés à la dyslexie

Nous avons comptabilisé le nombre et les types de troubles associés : TDA/H, dyscalculie, troubles moteurs (dysgraphie et dyspraxie), anxiété généralisée ou de performance, troubles du comportement avec opposition, troubles psychologiques autres, haut potentiel intellectuel. Au CRDTA, nous disposons d'informations supplémentaires : la présence de troubles visuels et/ou visuo-spatiaux, dont nous avons tenu compte car les troubles visuels peuvent porter atteinte aux mécanismes visuels impliqués dans la lecture, s'ils ne sont pas bien pris en charge.

Pour appréhender les facteurs associés spécifiques à la dyslexie, nous avons évalué la lecture de logatomes (autrement appelés pseudo-mots) afin d'évaluer la qualité de la conversion graphème-phonème (lecture par assemblage) ainsi que la lecture de mots irréguliers, dont le score reflète les capacités de lecture par adressage. Pour chacune des deux voies de lecture, nous avons choisi de tenir compte de la précision et la fluidité en lecture de mots fréquents et peu-fréquents, via le L2MA2, l'Odedys 2 et la BALE.

2.1.5. Facteurs de compensation

La capacité à deviner des mots par déduction, à partir du contexte, dépend de facteurs généraux dont l'indice correspondant (IRP) a déjà été présenté.

Nous avons recueilli le nombre et les types d'aménagements mis en place pour chaque enfant. Afin de mesurer la précocité et l'intensité de la rééducation du langage écrit, nous avons recherché : l'âge qu'avait l'enfant au début de la prise en charge et le nombre de séances d'orthophonie dont bénéficiait l'enfant chaque semaine.

3. Procédure

Les indices présentés précédemment ont été répertoriés dans un tableau, à l'aide du tableur Excel®, pour faciliter le recueil des données. Ensuite, à l'aide des logiciels de gestion de bases de données (Filemaker® et Paperport®) et des sauvegardes informatiques du CRDTA, nous avons recueilli les résultats des sujets et les avons reportés progressivement dans le tableau Excel®. Du 23 novembre 2017 au 22 février 2018, nous avons parcouru autant de dossiers que possible pour constituer notre population-source : 106 au total.

Ensuite, en raison de l'effectif limité et de la méthode statistique employée, nous n'avons

¹⁹ Indice de mémoire de travail

retenu que des variables numériques en veillant à conserver au moins une variable par facteur. Puis, nous avons procédé à la réalisation des premiers calculs via Excel® pour une première analyse descriptive. Lors de toutes les étapes suivantes, nous avons utilisé les logiciels R®²⁰ et R Studio®²¹.

Nous avons procédé à la réalisation des nouveaux calculs après imputation de données (cf. Stekhoven et Bühlmann, 2012) via le « package MissForest » du logiciel R®, ce qui consiste à remplacer toutes les données manquantes par des données très probables. Ces données sont sélectionnées aléatoirement à partir d'une arborescence de résultats probables.

Ensuite, nous avons créé un score composite de « retentissement de surface » car nous pensons que le retentissement de surface est multifactoriel et qu'il est mieux représenté par un score multifactoriel que par un facteur unique. Ce score composite combine quatre données représentatives des retentissements de surface : la vitesse de lecture (Alouette-R), l'écart pondéré entre l'âge de lecture et l'âge chronologique (Alouette-O), la compréhension écrite (L2MA2) et la transcription (L2MA2). Pour répondre à nos problématiques, nous avons procédé à la réalisation d'une régression linéaire multiple sur ce score composite. Cette méthode statistique permet de mesurer l'influence de plusieurs variables indépendantes (les facteurs de sévérité) sur une variable dépendante (le score composite « de retentissement de surface »), et ainsi de répondre à une question du type : « ce facteur X, identifié dans la littérature comme un facteur de sévérité, a-t-il une influence sur le score composite issu de nos données cliniques ? »

Enfin, nous avons procédé à la vérification des conditions d'application de toute régression linéaire multiple : l'homogénéité et l'indépendance des résidus²² via la réalisation d'un test d'indépendance des résidus (test de Durbin-Watson), la normalité de la distribution des résidus via le test de Shapiro-Wilk, et une colinéarité acceptable entre tous les facteurs.

Résultats

1. Données descriptives

A l'issue du recueil de données, et après l'élimination de 8 sujets de la population initiale, nous avons synthétisé l'ensemble des données non-issues de tests standardisés, afin de les utiliser pour décrire notre population. Ces données sont présentées dans le Tableau 3a, les Graphiques 1 et 2 (CSP du père et de la mère, séparément), le Graphique 3 (troubles associés) et le Tableau 3b (CSP de l'ensemble des parents) ci-après.

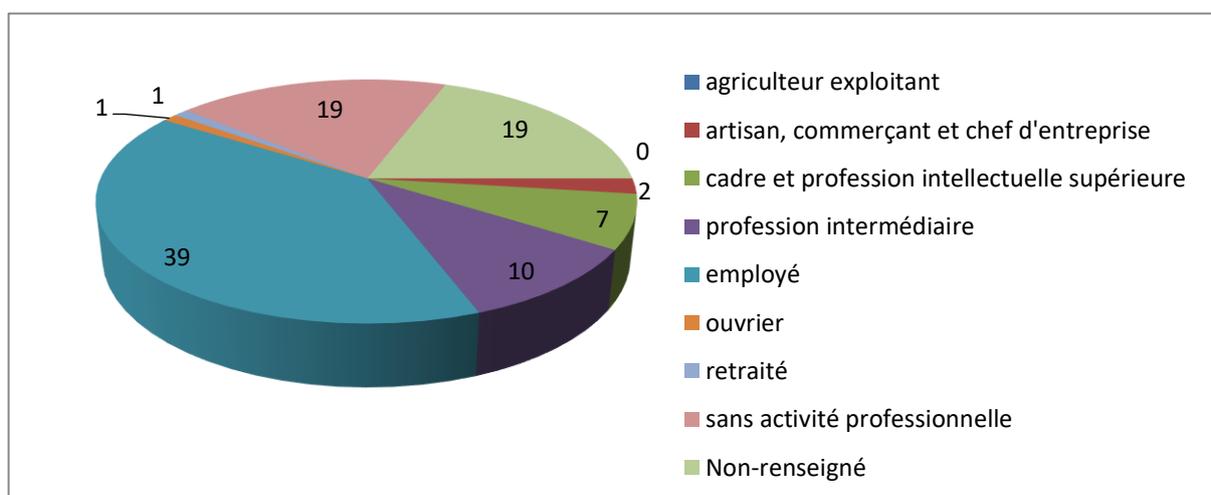
²⁰ Version 3.3.3

²¹ Version 1.1.442

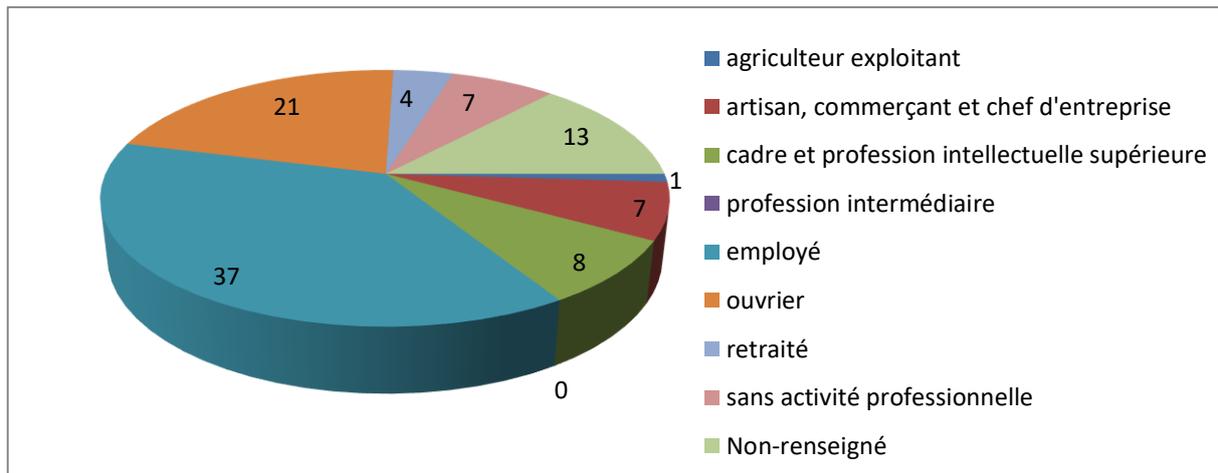
²² Erreurs de notre modèle

Tableau 3a. Caractéristiques de l'échantillon

Population d'étude n=98		
Sexe	Filles	25
	Garçons	73
Âge	Âge minimum (années)	8 ; 1
	Âge maximum (années)	13 ; 8
	Âge moyen (années)	10 ; 5
Année de consultation	Enfants ayant consulté en 2015	26
	Enfants ayant consulté en 2016	72
	Enfants consultant au CRDTA pour la deuxième fois	4
Classe actuelle des sujets	Total en CE2	21
	Total en CM1	30
	Total en CM2	30
	Total en 6 ^{ème}	6
	Total en 5 ^{ème}	11
Redoublements antérieurs	Enfants ayant déjà redoublé une classe ou plus	38
Suivi actuel en orthophonie	Suivi actuel non-connu	2
	Enfants ne bénéficiant d'aucun suivi	12
	Enfants suivis actuellement	84
	Enfants bénéficiant d'une séance d'orthophonie par semaine	45
	Enfants bénéficiant de deux séances par semaine	14
	Intensité de la prise en charge non-connue	27
Aménagements mis en place	Enfants ne bénéficiant d'aucun aménagement	9
	Enfants bénéficiant d'un aménagement ou plus	81
	Nombre d'aménagements non-connu	8



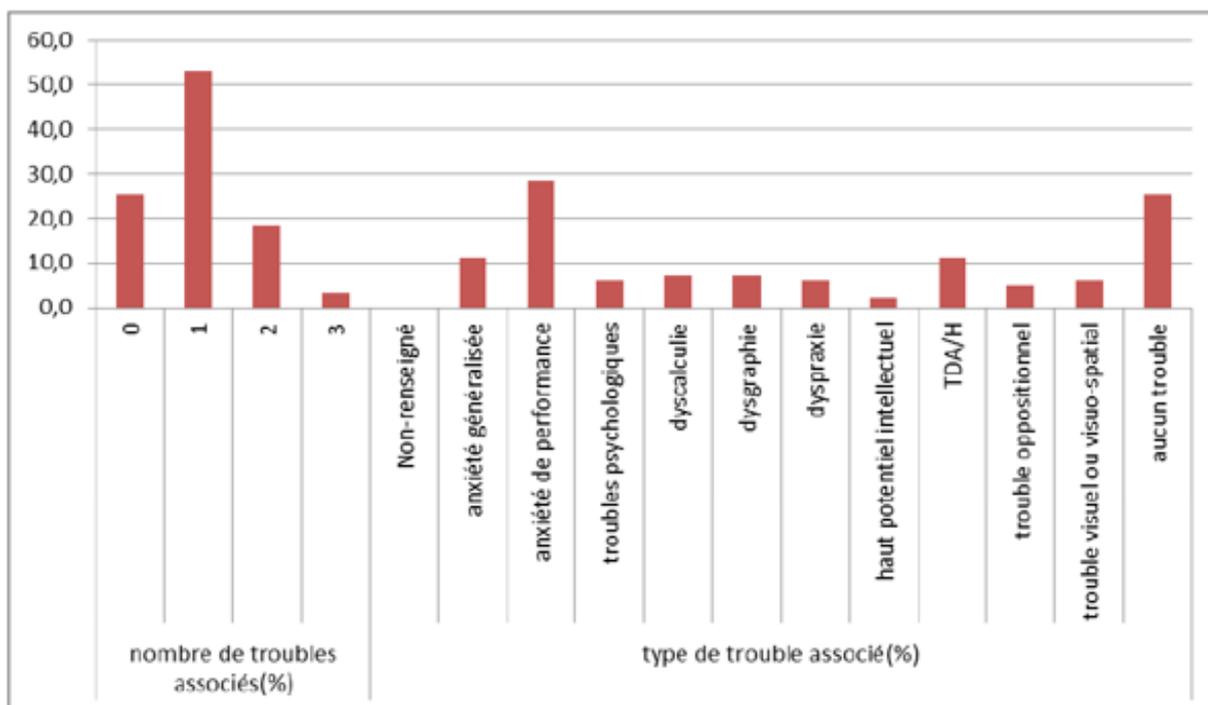
Graphique 1. CSP de la mère



Graphique 2. CSP du père

Tableau 3b. Catégories socio-professionnelles des deux parents

Profession	Pourcentage dans l'ensemble des parents (%)
Agriculteur exploitant	< 1
Artisan, commerçant et chef d'entreprise	5
Cadre et profession intellectuelle	8
Profession intermédiaire	5
Employé	39
Ouvrier	11
Retraité	3
Sans activité professionnelle	13
Non-renseigné	16



Graphique 3. Troubles associés

2. Facteurs conservés pour l'analyse statistique

Ensuite, pour des raisons statistiques²³, nous avons retenu 16 variables parmi l'ensemble des variables disponibles, parmi lesquelles quatre indices reflètent les « retentissements de surface » de la dyslexie : la vitesse de lecture (Alouette-R), l'écart pondéré entre l'âge de lecture et l'âge chronologique (Alouette-O)²⁴, la compréhension écrite (L2MA2) et la transcription (L2MA2). Nous avons conservé 12 facteurs explicatifs : l'âge, l'IVT, l'IRP, l'IMT, l'ICV, le subtest « Vocabulaire » de la WISC IV, la répétition de pseudo-mots (Nepsy 2), la fluidité et la précision en lecture de logatomes et mots irréguliers non-fréquents²⁵ (BALE et Odedys 2 fusionnés), et l'âge du début de la prise en charge du langage écrit. Le Tableau 4, ci-après, synthétise les indices conservés pour l'analyse statistique.

²³ Faible effectif, redondance des variables, données manquantes

²⁴ La pertinence statistique de l'indice « écart entre l'âge chronologique et l'âge de lecture » étant décroissante proportionnellement à l'âge du sujet, nous avons transformé cet indice en « écart pondéré », ce qui correspond à la division de cet écart par l'âge chronologique.

²⁵ La lecture de mots réguliers étant trop sensible aux moyens de compensation

Tableau 4. Indices conservés pour la régression linéaire multiple (cf. Tableau 1c pour les références des tests)

Facteurs de sévérité			
Type de facteur	Sous-type	Facteurs	Indice correspondant et test associé
Valeurs de référence	Retentissements de surface	- facteurs constitutifs du score composite « de retentissement de surface »	- vitesse de lecture (Alouette-R) - écart pondéré entre l'âge de lecture et l'âge chronologique (Alouette-O) - nombre de fautes en transcription (L2MA2) - compréhension écrite de texte (L2MA2)
Facteurs généraux	Facteurs cognitifs	- intelligence globale (fonctions exécutives et raisonnement non-verbal) - compréhension orale - vocabulaire	- indice de vitesse de traitement (WISC IV) - âge chronologique - indice de raisonnement perceptif (WISC IV) - indice de compréhension verbale (WISC IV) - subtest vocabulaire (de l'ICV, WISC IV)
Facteurs favorisant spécifiquement l'apprentissage du langage écrit	Prérequis cognitifs à la reconnaissance de mots écrits	- discrimination phonologique et mémoire phonologique à court terme - mémoire de travail auditivo-verbale	- répétition de pseudo-mots (Nepsy 2) - indice de mémoire de travail (WISC IV)
Facteurs associés à la dyslexie	Facteurs spécifiques à la dyslexie	- voie d'assemblage - voie d'adressage	- précision et fluidité en lecture de logatomes peu fréquents (Odedys 2, BALE) - précision et fluidité en lecture de mots irréguliers peu fréquents (Odedys 2, BALE)
Facteurs de compensation	Prise en charge orthophonique	- précocité de la prise en charge	- âge du début de la prise en charge du langage écrit

Nous avons abrégé le nom de chacun de ces indices par souci de lisibilité, et référencé ces abréviations dans le Tableau 5 ci-dessous. Elles seront reprises dans les tableaux suivants.

Tableau 5. Abréviations des indices utilisés dans les tableaux suivants

Abréviations
« Alouette_Vit » = vitesse de lecture (Alouette-R) en écart-type
« Alouette_Ecart_pondere » = décalage entre l'âge de lecture et l'âge chronologique (Alouette-O) converti en écart pondéré
« L2MA2_Comp » = compréhension écrite (L2MA2) en écart-type
« L2MA2_Transc » = nombre de fautes en transcription (L2MA2) en écart-type
« IVT » = indice de vitesse de traitement (WISC IV), note composite
« IRP » = indice de raisonnement perceptif (WISC IV), note composite
« ICV » = indice de compréhension orale (WISC IV), note composite
« Voc_Ns » = subtest « Vocabulaire » (WISC IV), note standard
« Nepsy2_Repmots » = répétition pseudo-mots (Nepsy 2), note standard
« IMT » = indice de mémoire de travail (WISC IV), note composite
« Lect Log » et « Tps_LectLog » en écart-type = précision et fluidité en lecture de logatomes peu fréquents (Odedys 2, BALE) en écart-type
« LectIrregNF » et « Tps_LectIrregNF » = précision et fluidité en lecture de mots irréguliers peu fréquents (Odedys 2, BALE) en écart-type
« Age_PEC_LE » = âge du début de la prise en charge du langage écrit en années
« Age » = âge chronologique en années

3. Imputation de données

Le Tableau 6, ci-dessous, met en évidence la présence de données manquantes, 12,68% au total, soit un pourcentage d'erreurs non-acceptable statistiquement.

Tableau 6 : Données manquantes (cf. tableau 5 pour les abréviations)

	Alouette_Vit	Alouette_Ecart_pondere	L2MA2_Comp	L2MA2_Transc	I V T	I R P	I C V	Voc_Ns	Nepsy2_Repmots	I M T	Lect Log	Tps_Lect Log	Lect Irreg NF	Tps_Lect Irreg NF
Données manquantes (%)	0	0	49	20	8	8	7	13	33	5	11	13	12	12

Afin de pallier la présence de données manquantes dans notre base de données, nous avons réalisé une imputation de données manquantes. Le degré d'incidence des données imputées était acceptable, c'est-à-dire qu'il préservait les relations entre les variables. A l'issue de cette opération, nous avons obtenu la base de données définitive sur laquelle porterait notre analyse statistique (cf. Tableau 7, ci-après). Le taux de données manquantes est ainsi devenu nul.

Tableau 7. Résultats de l'échantillon après imputation de données (cf. tableau 5 pour les abréviations)

Variable	Moyenne	Écart-type	Médiane	Minimum	Maximum
Alouette_Vit	-1,67	0,54	-1,68	-2,92	-0,24
Alouette_Ecart_pondere	0,30	0,08	0,30	0,17	0,64
L2MA2_Comp	-1,08	0,99	-1,19	-3,57	1,96
L2MA2_Transc	-3,04	0,99	-3,01	-5,75	0,59
Age	10,55	1,31	10,28	8,14	13,78
IVT	89,89	12,08	90	62	124
IRP	89,85	13,20	88,08	56	149
ICV	94,14	16,45	96	57	138
Voc_NS	8,93	2,85	9	1	15
IMT	83,17	13,00	82,37	50	127
Nepsy2_RepMots	7,44	2,47	7,52	1	13
LectLog	-2,48	1,31	-2,25	-5,25	0,11
Tps_LectLog	-1,75	1,76	-1,17	-8,12	0,97
LectIrregNF	-2,02	1,30	-1,92	-9,25	0,03
Tps_LectIrregNF	-2,20	2,10	-1,72	-9,36	0,69
Age_PEC_LE	6,97	1,05	7	6	10

4. Score composite « de retentissement de surface »

Nous pensons que le retentissement de surface est multifactoriel et qu'il est mieux représenté par un score multifactoriel que par un facteur unique. D'après la littérature et la pratique clinique, nous avons donc identifié quatre facteurs qui apparaissent très impliqués dans les retentissements de surface : la vitesse de lecture (Alouette-R), l'écart pondéré entre l'âge de lecture et l'âge chronologique (Alouette-O), la compréhension écrite (L2MA2) et la transcription (L2MA2). Ainsi, nous avons combiné ces facteurs en un score composite « de retentissement de surface ».

Pour ce faire, nous avons découpé la distribution de chacune des quatre valeurs de référence en déciles²⁶. Ensuite, nous avons attribué une valeur à chaque décile afin d'obtenir pour chaque patient un score sur chacune des variables en fonction du décile au sein duquel se situait la performance initiale. Une valeur de décile faible correspondait à une performance faible, et une valeur de décile élevée correspondait à une bonne performance²⁷. Par exemple, si le score initial du patient se situait dans le 1^{er} décile d'une variable donnée (performance faible), alors ce patient obtenait un score de 1 ; si le score se situait dans le 2^{ème} décile, alors il obtenait

²⁶ Dix parties d'effectif égal

²⁷ Comparativement aux scores de l'échantillon

un score de 2 ; etc. La variable « écart pondéré entre l'âge de lecture et l'âge chronologique » (Alouette-O) constitue une exception : la valeur que nous avons attribuée à chaque décile était inversée, plus le score du patient sur cette variable était élevé, plus il était considéré comme sévère et moins le score attribué en fonction du décile était élevé. Ainsi, nous avons obtenu quatre nouveaux scores pour chaque patient en fonction des déciles définis, chacun de ces scores allant de 1 à 10 (cf. Tableau 8a ci-dessous).

Tableau 8a. Création du score composite (cf. tableau 5 pour les abréviations)

Décile	Variable				Score
	Alouette_Vit	Alouette_Ecart_Pondere	L2MA2_Comp	L2MA2_Trans	
≤10%	≤-2,4	≥0,39	≤-2,24	≤-4,25	1
20%	-2,4>x≤-2,09	0,39<x≥0,37	-2,24>x≤-1,75	-4,25>x≤-3,65	2
30%	-2,09>x≤-1,98	0,37<x≥0,35	-1,75>x≤-1,53	-3,65>x≤-3,47	3
40%	-1,98>x≤-1,82	0,35<x≥0,32	-1,53>x≤-1,34	-3,47>x≤-3,19	4
50%	-1,82>x≤-1,68	0,32<x≥0,3	-1,34>x≤-1,19	-3,19>x≤-3,01	5
60%	-1,68>x≤-1,57	0,3<x≥0,27	-1,19>x≤-0,93	-3,01>x≤-2,8	6
70%	-1,57>x≤-1,43	0,27<x≥0,25	-0,93>x≤-0,71	-2,8>x≤-2,67	7
80%	-1,43>x≤-1,25	0,25<x≥0,22	-0,71>x≤-0,4	-2,67>x≤-2,4	8
90%	-1,25>x≤-0,91	0,22<x≥0,2	-0,4>x≤0,17	-2,4>x≤-1,90	9
>90%	>-0,91	<0,2	>0,17	>-1,90	10

Un score composite était alors calculé en réalisant la somme des 4 scores nouvellement définis à partir des déciles, de telle manière qu'un score composite faible correspondait à d'importants retentissements de surface. Ce score composite pouvait aller d'un minimum de 4 à un maximum de 40. Les scores composites de « retentissement de surface » des sujets de notre étude allaient de 10 à 34, leur moyenne était de 21,73 et l'écart-type de 5,39 (cf. Tableau 8b ci-dessous).

Tableau 8b. Scores composites de « retentissement de surface » des sujets de l'échantillon

Variable	Moyenne	Écart-type	Médiane	Minimum	Maximum
Score_Composite	21,73	5,39	22	10	34

5. Résultats de la régression linéaire multiple : facteurs explicatifs des retentissements de surface

En premier lieu, nous avons réalisé une régression linéaire multiple dans le but d'identifier les facteurs expliquant (à eux seuls) la plus grande partie des variations du score composite de « retentissement de surface ». Plus précisément, nous avons cherché à démontrer quels étaient les facteurs dont la croissance était corrélée à celle du score composite de « retentissement de surface ». Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode dite « pas-à-pas » : le logiciel ajoutait et/ou soustrayait au fur et à mesure une variable explicative de notre modèle de base (les douze variables explicatives) jusqu'à atteindre un modèle optimal, soit le modèle présentant l'AIC²⁸ le plus faible. Les résultats issus de la régression linéaire multiple, interprétables car statistiquement significatifs ($R^2 = 0,5597^{29}$, $p < 0,0001$)³⁰, mettent en évidence les cinq facteurs de sévérité expliquant à eux seuls 55,97% de la variance³¹ du score composite de « retentissement de surface » : le vocabulaire passif, l'âge, la fluidité en lecture de mots irréguliers, le raisonnement perceptif et la mémoire de travail auditivo-verbale (cf. Tableau 9 ci-dessous).

Tableau 9. Résultats de la régression linéaire multiple, via la méthode « pas à pas » (cf. tableau 5 pour les abréviations)

Facteur explicatif	Valeur estimée par le modèle (coefficient)	Écart-type	P-valeur
Âge	1,69556	0,28903	6,94 e-08 (***)
IRP	0,06765	0,03384	0,04856 (*)
Voc_NS	0,83665	0,13570	1,85 e-08 (***)
IMT	0,06387	0,03251	0,0521 (.)
Tps_LectIrregNF	1,15375	0,19040	2,96 e-08 (***)

Note. Signification des codes : $0 < '***' < 0,001 < '**' < 0,01 < '*' < 0,05 < '.' < 0,1 < '' < 1$

²⁸ Critère d'information d'Akaike, outil spécifique permettant d'évaluer la bonne adéquation d'un modèle: plus sa valeur est faible, plus le modèle défini est adéquat

²⁹ Coefficient de détermination

³⁰ Avec 92 degrés de liberté

³¹ Mesure servant à caractériser la dispersion d'une distribution

Dans un second temps, nous avons déterminé l'importance relative de chacun de ces facteurs (cf. Tableau 10 ci-dessous) et jugé de la validité des corrélations obtenues comparativement à la p-valeur ($p < 0,05$). Ainsi, le subtest « Vocabulaire » de la WISC IV expliquait 37% de la variance du score composite (résultat très significatif), l'âge 26% (très significatif), la fluidité en lecture de mots irréguliers 23% (très significatif), l'indice de mémoire de travail 8% (non significatif) et l'indice de raisonnement perceptif 6% (très peu significatif).

Tableau 10. Importance relative des facteurs explicatifs

Facteur explicatif	Importance relative de ce facteur
Âge	0,26597508
IRP	0,05826912
Voc_NS	0,36530424
IMT	0,08316885
Tps_LectIrregNF	0,22728271

6. Vérification des conditions d'application de la régression linéaire multiple

Afin de vérifier l'applicabilité de la régression linéaire multiple à notre échantillon, nous avons eu à vérifier trois conditions, présentées ci-dessous.

6.1. Homogénéité et indépendance des résidus

En premier lieu nous avons vérifié l'homogénéité et l'indépendance des résidus³² : l'absence de schéma de dispersion des résidus observés en fonction des valeurs prédites (cf. Annexe A4, Graphique 4) nous a permis de conclure graphiquement à l'homogénéité et l'indépendance des résidus. Par ailleurs, la réalisation d'un test d'indépendance des résidus (test de Durbin-Watson) nous permet de conclure également dans ce sens ($dw^{33} = 2,0679$; $p = 0,6338$).

6.2. Normalité de la distribution des résidus

Graphiquement, nous observons que les quantiles³⁴ des résidus observés en fonction des quantiles théoriques ne s'éloignent pas de manière aberrante de la loi normale, ce qui nous

³² Erreurs de notre modèle

³³ Statistique de Durbin-Watson : absence d'auto-corrélation si elle avoisine la valeur 2

³⁴ Nombre qui divise une suite ordonnée de valeurs en parties d'égales étendues

permet de conclure à la normalité de la distribution des résidus (cf. Annexe A4, Graphique 5). Par ailleurs, un test de normalité de la distribution des résidus (test de Shapiro-Wilk) nous permet également de conclure dans ce sens ($p = 0,3532$)³⁵.

6.3. Multi-colinéarité

Enfin, à partir du corrélogramme des douze variables explicatives retenues (cf. Annexe A4, Graphique 6), nous avons constaté que certaines variables étaient fortement inter-corrélées. Le calcul des facteurs d'inflation de la variance (VIF) correspond au Tableau 11 de l'Annexe A4, il nous permet de considérer la multi-colinéarité comme acceptable dans notre modèle facteurs ($VIF \leq 5$), ce qui revient à affirmer que les variables sont suffisamment indépendantes.

Discussion

1. Analyse des caractéristiques de la population étudiée

Les garçons sont plus nombreux que les filles dans notre échantillon, ce qui correspond aux données de la littérature.

Alors qu'en 2013, 24 % des élèves français présentaient un retard en arrivant en classe de 3ème (Mattenet, 2014), nous observons que 39% des sujets de notre étude ont déjà redoublé une ou plusieurs classes lors de la consultation. Nous observons que 90% des sujets bénéficient d'un aménagement scolaire (ou plus), ce qui révèle d'une part que ces enfants présentent une dyslexie suffisamment handicapante pour nécessiter des aménagements, et d'autre part une volonté des établissements scolaires d'intégrer ces enfants (conformément à la loi de 2005³⁶ pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées »). Ces mêmes enfants pourraient, une fois diagnostiqués dyslexiques au CRDTA, bénéficier d'un PPS si leur handicap était jugé « sévère » par la MDPH.

Par ailleurs, la représentation des troubles associés dans notre population est globalement inférieure à celle attendue chez les personnes dyslexiques (cf. Graphique 3) : 6,1% des enfants présentent une dyscalculie contre 25% dans la littérature (Huc-Chabrolle *et al.*, 2010), 6% un trouble du développement moteur contre 50% dans la littérature (Huc-Chabrolle *et al.*, 2010), 11% un TDA/H contre 15 à 40% dans la littérature (Huc-Chabrolle *et al.*, 2010), 11% une anxiété généralisée contre 8 à 30% chez l'enfant tout-venant de 6 à 16 ans (Denis et Baghdadli, 2016). Enfin, alors que d'après la littérature, 50% des enfants dyslexiques (au moins) ont présenté des troubles de développement du langage oral (Habib et Joly-Pottuz, 2008), seuls 41% des sujets de notre étude ont bénéficié d'une prise en charge antérieure en langage oral. Il est probable que certains sujets de notre étude aient présenté un retard de parole qui se soit résorbé spontanément, nous n'avons pas recherché cette information car nous avons supposé que des difficultés si légères n'étaient pas susceptibles d'impacter la dyslexie.

En comparaison à la population active française en 2016³⁷, on observe que parmi les parents des sujets de l'étude (cf. Graphiques 1, 2 et Tableau 3b) : les cadres (8% < à 17,8%), les

³⁵ $W = 0,9854$, hypothèse de normalité acceptée quand le degré de liberté $w > 0.842$

³⁶ Loi n° 2005-102. Source : www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2005/2/11/2005-102/jo/texte

³⁷ Source : www.insee.fr/fr/statistiques/2489546

professions intermédiaires (5 % < à 25,8%) et les ouvriers (11% < à 20,3%) sont sous-représentés, les employés surreprésentés (> à 27,4%) tandis que les agriculteurs et les artisans/commerçants sont autant représentés que dans la population française (respectivement proches de 1,8% et 6,6%). Cependant, il est possible que les données concernant les parents de nos sujets d'étude soient plus représentatives des données régionales que nationales.

2. Analyse des corrélations obtenues

Tout d'abord, rappelons que les cinq facteurs qui expliquent le mieux le score composite de « retentissement de surface » sont, par ordre d'importance (valeur prédictive) : le vocabulaire passif, l'âge, la fluidité en lecture de mots irréguliers, la mémoire de travail auditivo-verbale et le raisonnement perceptif. Nous supposons donc qu'un vocabulaire passif riche, un âge élevé, une lecture de mots irréguliers fluide, une mémoire de travail auditivo-verbale et un raisonnement perceptif efficaces sont des facteurs qui réduisent les retentissements de surface.

En effet, un vocabulaire passif riche permet à l'enfant dyslexique de compenser ses difficultés en compréhension écrite puisqu'il peut, à l'aide du contexte et de sa suppléance mentale, déduire certains mots mal décodés (Sprenger-Charolles et Colé, 2013). Il est possible que certains enfants aient développé leur vocabulaire passif grâce à la lecture. Cependant, nous ne pouvons vérifier cette hypothèse car nous n'avons pas connaissance du temps d'exposition à la lecture des sujets de notre étude, et parce qu'elle va à l'encontre de l'effet Matthieu. Cet effet désigne les mécanismes par lesquels les plus favorisés tendent à accroître leur avantage sur les autres (Stanovich, 1986). Les résultats d'un mémoire d'orthophonie (Lhermitte, 2011) mettent en évidence, dans une population de collégiens dyslexiques, l'impact d'une dyslexie sévère sur le niveau lexical. Les résultats de ce mémoire révèlent également une corrélation entre des scores déficitaires à un test de langage oral élaboré (TLOCC) et une absence de pratique de la lecture, ce qui suggérerait « la présence d'un effet Matthieu uniquement chez les dyslexiques sévères. » (p.3) En effet, chez les enfants dyslexiques, la combinaison de compétences inefficaces en décodage, de mauvais résultats scolaires et d'un manque de pratique engendre des expériences en lecture précoce non gratifiantes et un désinvestissement dans les activités liées à la lecture (Cunningham et Stanovich, 2001). Cependant, l'auteure nuance ce constat en rappelant le « faible nombre de sujets ayant l'habitude de lire au sein de cette tranche d'âge. » (p.3).

Ensuite, la hausse du score composite proportionnelle à l'augmentation de l'âge pourrait s'expliquer par une meilleure maîtrise des moyens de compensation par les enfants dyslexiques au cours des années. Autrement dit, les enfants dyslexiques apprendraient à mieux « gérer » leur dyslexie progressivement, en maîtrisant de mieux en mieux les stratégies qui leur permettent de compenser leurs difficultés persistantes. Les progrès observés dans notre échantillon sont très probablement favorisés par la prise en charge orthophonique dont bénéficient certains sujets. Nos résultats concordent avec les données de la littérature portant sur des sujets adultes. En effet, Elbro et al. (1994) ont observé que, dans une population de 102 adultes dyslexiques, il n'y avait plus de différence significative entre les scores de compréhension écrite des sujets dyslexiques et ceux des sujets témoins. Cependant, les scores de vitesse et de précision en lecture restaient nettement inférieurs chez les sujets dyslexiques.

Snowling (2001) a alors supposé que les lecteurs adultes et dyslexiques auraient développé des stratégies compensatoires en lecture qui leur permettraient de bien comprendre ce qu'ils lisent. Toutefois, l'âge est une valeur que nous avons utilisée pour calculer l'écart pondéré à l'Alouette-O, un des quatre indices constituant le score composite de « retentissement de surface », ceci expliquant en partie le lien statistique significatif qui les unit. Il nous est donc impossible de conclure sur la nature du lien entre ces variables.

La fluidité en lecture de mots irréguliers non-fréquents augmente proportionnellement au score composite. Cela traduit une implication certaine du stock orthographique (et donc la voie d'adressage) dans la précision et la vitesse de lecture, impactant la compréhension écrite et la transcription.

Nous ne pouvons conclure au sujet de l'impact de l'indice de mémoire de travail sur le score composite, le lien entre ces deux variables n'étant pas significatif.

Enfin, le raisonnement perceptif entretient un lien, bien que peu significatif, avec le score composite. Cela s'explique par le fait que l'indice correspondant (IRP de la WISC IV) reflète un bon développement cognitif global, donc de bonnes capacités de compensation et de raisonnement, nécessaires aux inférences et déductions qui mènent à la bonne compréhension d'un texte.

Nous pouvons donc affirmer que les retentissements de surface de la dyslexie reposent sur un ensemble de facteurs, dont trois sont plus pertinents que les autres. Nous pouvons également affirmer que l'accumulation de valeurs faibles, aux cinq facteurs présentés, augmenterait les retentissements de surface.

3. Limites de l'étude

3.1. Limites à l'extrapolation des résultats

Il existe plusieurs limites à l'extrapolation de nos résultats.

Tout d'abord, la population de notre étude étant restreinte, il faudrait nous assurer que nos résultats s'observent dans une population plus large constituée d'enfants dyslexiques n'ayant pas tous bénéficié d'une consultation au CRDTA. Dans l'optique de la réalisation d'une échelle de sévérité, une population d'enfants dyslexiques plus large serait nécessaire, afin de pouvoir comparer les résultats des patients à ceux d'une « importante population de sujets dyslexiques » plutôt qu'à une population restreinte de « sujets dyslexiques diagnostiqués au CRDTA », et pour nous permettre d'inclure un plus grand nombre d'indices au moment de la régression linéaire multiple. De plus, les patients vus au CRDTA ont des risques de présenter une dyslexie plus sévère que ceux diagnostiqués en cabinet libéral ou en structure spécialisée, la consultation au CRDTA étant souvent liée à un retard de diagnostic et/ou à « l'incertitude » d'autres professionnels quant aux difficultés rencontrées par le patient.

D'autre part, pour pouvoir dire que les cinq indices qui expliquent en grande partie le score composite de « retentissement de surface » expliquent aussi de manière générale la sévérité de la dyslexie, il faudrait d'abord prouver que ce score composite reflète bien les difficultés scolaires des enfants dyslexiques et donc établir une corrélation significative entre ce score composite, la moyenne scolaire et les plaintes subjectives d'une population plus large d'enfants dyslexiques. Ainsi, les scores au subtest « Vocabulaire » de la WISC IV, la fluidité en

lecture de mots irréguliers non-fréquents (à la BALE ou l'Odedys 2), et l'indice de raisonnement perceptif (WISC IV), pourraient constituer les items d'une éventuelle échelle de sévérité. En fonction du degré d'implication de chaque facteur dans la variance du score composite (représenté par un coefficient à appliquer à l'item correspondant) et des écarts à la norme du patient à chacun des items (représentés par des points positifs), le cumul des points de tous les items donnerait un score global prédictif de la sévérité de la dyslexie.

En outre, les résultats que nous avons obtenus sont représentatifs d'un instant T, il nous faudrait revoir les sujets dans plusieurs années afin de vérifier que les corrélations que nous avons obtenues sont encore valables, quel que soit l'âge des patients.

L'étude pourrait être complétée par une vérification de la bidirectionnalité des résultats : vérifier qu'un faible niveau de vocabulaire est effectivement lié à un faible score composite, de même pour les quatre autres facteurs expliquant la variance du score composite.

Pour renforcer la pertinence de notre recherche, un moindre nombre de données manquantes aurait été souhaitable. En effet, le nombre de données manquantes étant important lors du recueil des données, de nombreuses données ont été imputées, ce qui a fait perdre en précision à nos résultats et a induit l'exclusion de certains indices. De plus, les données dichotomiques (représentées par 1 ou 0) exigent d'être toutes recueillies pour être analysées, car elles ne peuvent pas être imputées.

Enfin, bien que nous ayons essayé de tenir compte de tous les facteurs de sévérité de la dyslexie mentionnés dans la littérature, nous en avons exclu un grand nombre pour diverses raisons expliquées précédemment et il se peut que nous n'ayons pas identifié certains facteurs présents dans la littérature. Nous ne pouvons donc prétendre avoir été exhaustifs quant au nombre de facteurs et indices présents dans les parties théorique et expérimentale.

3.2. Biais de mesure

Nous avons constaté la présence de certains biais liés à la méthodologie du recueil des données. Tout d'abord, dans le cas d'un enfant ayant consulté deux fois au CRDTA (soit le cas de quatre patients), nous avons tenu compte de données issues de la dernière consultation afin de garder des résultats obtenus en 2015 ou 2016. Or, ces enfants ont très probablement bénéficié d'une prise en charge adaptée entre les deux consultations, ce qui les a probablement avantagés par rapport aux autres sujets consultant au CRDTA pour la première fois.

Concernant le recueil des troubles associés, nous avons comptabilisé un trouble lorsqu'il apparaissait dans au minimum deux bilans parmi les bilans orthophonique, neuropédiatrique et psychologique. Leur comptabilisation est particulièrement délicate du fait de la variabilité des terminologies. C'est notamment le cas des troubles d'origine psychologique qui peuvent aussi bien inclure l'immaturation psychoaffective que les troubles psychotiques, les phobies, la dépression, ou l'anxiété généralisée ou de performance, etc. Nous avons isolé l'anxiété et les troubles du comportement des autres troubles d'origine psychologique, les deux pouvant être une conséquence de la dyslexie. Toutefois, l'anxiété de performance reste contextuelle d'une part (donc pas toujours observée par tous les professionnels) et d'autre part, elle se trouve parfois incluse dans un syndrome anxieux plus global, ceci expliquant l'importante variabilité des terminologies utilisées pour caractériser ces deux troubles. Concernant les dyscalculies et troubles du développement moteur, nous avons exclu les « retards des acquisitions » (même sévères) pour ne retenir que les « dys » avérés, ce qui explique certainement la prévalence

moindre de ces troubles dans la population de notre étude. Une étude ciblée sur le lien entre ces troubles associés et les retentissements de surface de la dyslexie serait pertinente.

Pour affirmer la présence ou l'absence d'une prise en charge antérieure, nous avons considéré l'information manquante quand il existait trop peu de documents à disposition pour trouver l'information. De la même façon, nous avons considéré la prise en charge antérieure « absente » quand plus de quatre courriers (récents ou anciens) ne mentionnaient pas de prise en charge antérieure, ou qu'il était clairement mentionné qu'aucune prise en charge antérieure en langage n'avait eu lieu. Cette donnée n'était pas toujours valable sur Filemaker®, d'où la nécessité d'aller la rechercher dans d'autres documents.

Par ailleurs, bien que nous n'ayons pas comptabilisé le nombre d'enfants bilingues parmi les sujets, car les travaux portant sur l'influence du bilinguisme dans l'apprentissage de la lecture ont mené à des résultats contradictoires (Deponio *et al.* 2000) et parce que les enfants bilingues sont peu nombreux à consulter au CRDTA, nous aurions pu recueillir cette donnée à titre descriptif car elle est relevée lors des consultations. Une étude plus approfondie, sur le lien entre le bilinguisme et les retentissements de surface de la dyslexie, pourrait être réalisée en comparant les scores composites de « retentissement de surface » d'enfants bilingues et non-bilingues.

Lors du recueil des scores en langage écrit, nous avons repris des données de bilans orthophoniques antérieurs, uniquement quand elles étaient citées dans le bilan orthophonique réalisé au CRDTA, et donc sélectionnées par l'orthophoniste pour éviter un effet « test-retest ». De la même manière, certains résultats à la WISC IV étaient antérieurs à la consultation au CRDTA, nous avons pu les conserver car leur validité théorique est de deux ans. Nous avons conservé, pour trois sujets uniquement, les scores à la WISC IV datant de trois ans avant la consultation au CRDTA car ils étaient repris dans les bilans psychologiques du CRDTA. Les autres données issues de bilans antérieurs que nous avons conservées sont les données concernant les troubles associés, la présence d'une prise en charge antérieure et les aménagements mis en place.

Nous avons admis que les indices sélectionnés reflétaient bien les facteurs correspondants, puisqu'ils sont utilisés par de nombreux orthophonistes et issus de tests standardisés. Cependant, certains indices peuvent être critiqués. Les scores en transcription sont peu pertinents en termes d'analyse statistique, leur analyse qualitative est plus informative. L'indice de vitesse (Alouette-R) est à la fois un indice de vitesse et de précision, puisqu'il se calcule sur la base du nombre de mots correctement lus. Le subtest « Vocabulaire » de la WISC IV est très dépendant de l'état émotionnel de l'enfant puisqu'il implique une production verbale, il ne reflète pas simplement le « lexique passif » tel que nous l'aurions souhaité. Nous avons été amenés à garder l'épreuve de compréhension écrite du L2MA2 qui porte sur un texte, plutôt que d'autres épreuves de compréhension écrite portant sur des phrases, cependant nous aurions souhaité tenir compte des deux indices pour être exhaustifs. Pour identifier l'âge du début de prise en charge du langage écrit, nous avons parfois dû effectuer un calcul à partir des éléments des bilans antérieurs : le niveau scolaire de l'enfant au début de la prise en charge et les classes redoublées. Nous avons ainsi généralisé de la manière suivante : un âge de 6 ans était attribué à un début de prise en charge en CP, 7 ans en CE1, etc. Dans le cas des prises en charge ininterrompues depuis la maternelle, nous avons fixé à 6 ans l'âge du début de la prise en charge du langage écrit, par défaut. Ces données sont peu fiables du fait de l'approximation des âges,

mais aussi car certains enfants entament une prise en charge presque immédiatement après leur rendez-vous au CRDTA et leur âge de prise en charge devrait être approximativement leur âge au moment du diagnostic. Nous ne pouvons pas l'avancer sans preuves, c'est pourquoi nous avons considéré la donnée manquante chez les enfants ne bénéficiant pas d'une prise en charge du langage écrit au moment du diagnostic.

Pour finir, nous pouvons suggérer que le recueil exhaustif et systématique de données telles que le niveau d'études des parents (plutôt que la catégorie socio-professionnelle), l'âge de début de la prise en charge du trouble et les types d'aménagement mis en place à l'école (dans Filemaker®) pourrait faciliter la réalisation de futures recherches et par la suite aider les orthophonistes dans leur pratique clinique.

Conclusion

L'objectif de ce mémoire était de mettre en évidence les facteurs impliqués dans la sévérité de la dyslexie qui soient les plus pertinents possibles, en tenant compte de ceux qui ne sont pas présents dans les échelles de sévérité existantes. Les résultats de notre étude mettent en évidence que cinq facteurs de sévérité expliquent en grande partie les retentissements de surface de la dyslexie. Par ordre d'importance (valeur prédictive), ces facteurs sont : le vocabulaire passif, l'âge, la fluidité en lecture de mots irréguliers, la mémoire de travail auditivo-verbale et le raisonnement perceptif. Un vocabulaire passif riche, un âge élevé, une lecture de mots irréguliers fluide, une mémoire de travail auditivo-verbale et un raisonnement perceptif efficaces apparaissent comme des facteurs réduisant les retentissements de surface. Après analyse de ces résultats, nous constatons que seuls le vocabulaire passif, la fluidité en lecture de mots irréguliers et le raisonnement perceptif sont réellement susceptibles d'expliquer l'importance des retentissements de surface d'une dyslexie et pourraient constituer les items d'une future échelle de sévérité. Nous pouvons affirmer que les retentissements de surface de la dyslexie reposent sur un ensemble de facteurs, dont trois sont plus pertinents que les autres. Cependant, nous ne pouvons pas valider notre première hypothèse et affirmer que les facteurs que nous avons identifiés expliquent la sévérité de la dyslexie. En effet, comme nous l'avons justifié en abordant les limites de notre étude, nous ne pouvons faire l'amalgame entre les retentissements de surface et la sévérité la dyslexie. Notre seconde hypothèse, selon laquelle l'accumulation de facteurs de sévérité serait un facteur d'aggravation du trouble, n'a pu être vérifiée de façon optimale (en tenant compte de tous les facteurs de sévérité). Nous pouvons seulement affirmer que l'accumulation de valeurs faibles, aux cinq facteurs présentés, augmenterait les retentissements de surface de la dyslexie. Les résultats de notre étude pourraient possiblement être généralisés et exploitables dans la pratique orthophonique si les limites de notre étude venaient à être surmontées par d'autres recherches.

Bibliographie

- Adams, M. J. (1990). *Beginning to read: thinking and learning about print*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press.
- Ainsworth, M.D., Blehar, M.C., Waters, E., & Wall, S. (1978). *Patterns of attachment: A psychological study of the Strange Situation*. Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum Ass
- Al-Lamki, L. (2012) Dyslexia : Its impact on the Individual, Parents and Society. *Sultan Qaboos University Med J*, 12(3), pp. 269-272. Epub
- American Psychiatric Association. (2015). *DSM-V : Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (5e éd. rév.; traduit par Crocq, M-A., & Guelf, J-D.)*. Paris, France : Masson.
- Baneath, B., Boutard, C., & Alberti, C. (2006). *Chronosdictées. Outils d'évaluation des performances orthographiques avec et sans contrainte temporelle, du CE1 à la 3e*. Isbergues, France : OrthoÉdition.
- Bessis, C., George, F., Pech-Georgel, C., & Sallantin, R. (2013) *Maxence : Outil d'évaluation de la compréhension en lecture pour le cycle 3*. Bruxelles, Belgique : De Boeck Supérieur
- Billard, C., Fluss, J., Ducot, B., Bricout, L., Richard, G., Ecalle, J., Magnan, A., Warszawski, J., & Ziegler, J. (2009). Troubles d'acquisition de la lecture en cours élémentaire : facteurs cognitifs, sociaux et comportementaux dans un échantillon de 1062 enfants. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 57, 191–203
- Billard, C., & Delteil-Pinton, F. (2010). « Clinique de la dyslexie », *Archives de Pédiatrie* 17, 1734-1743
- Bishop, D. V. M., & Adams, C. (1990). A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorders and reading retardation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31(7), 1027-1050.
- Bonnelle, M. (2002). *La dyslexie en médecine de l'enfant*. Marseille, France : Solal
- Bour, M. (2012 -2013). *L'anxiété chez les élèves dyslexiques francophones scolarisés en école traditionnelle*. Mémoire de Master Faculté de Psychologie Antenne de Nancy. Repéré à : www.dysmoitout.org/pratique/documents/Anxiete-eleves-dys-scolarises.pdf
- Boutard C., Claire I., Gretchanovsky, L.,(2006). *Le vol du P.C. : évaluation fonctionnelle de la lecture chez les sujets de 11 à 18 ans*. Isbergues, France : Orthoédition
- Bowlby, J. (1969). *Attachement et perte*. Paris, France: PUF
- Bundesen, C. (1998). Visual selective attention: Outlines of a choice model, a race model and a computational theory. *Visual Cognition*, 5, 287-309.
- Chevrie-Muller, C., Maillart, C., Simon, A.-M., & Fournier, S. (2010). *L2MA-2. Langage oral, Langage écrit, Mémoire, Attention*. 2ème édition. Paris, France: ECPA.
- CNSA (2013). *Guide barème de l'Education Nationale pour l'évaluation des déficiences et incapacités des personnes handicapées*. Repéré à www.cnsa.fr/documentation/CNSA-Technique-eligibilites-web-2.pdf
- Colé, P., Leuwers, C., & Casalis, S. (2005) Les stratégies compensatoires chez le lecteur dyslexique : l'hypothèse morphologique = Compensatory reading strategies in dyslexic subjects : The morphological hypothesis. *Rééducation orthophonique*,43, 222. Paris, France : Fédération nationale des orthophonistes.
- Cunningham, A.E & Stanovich, K.E. What reading does for the mind (2001) *Journal of Direct Instruction*, 1(2), 137-147
- Delahaie, M. (2009). *L'évolution du langage de l'enfant. De la difficulté au trouble. Guide ressources pour les professionnels*. Saint-Denis : Inpes. 84 p. repéré à : www.fondation-enfance.org/wpcontent/uploads/2016/10/inpes_evolution_langage_enfant.pdf

- DeClercq-Quaegebeur, M., Casalis, S., Lemaitre, M.P., Bourgois, B., Getto, & M., Vallée, L. (2010). Neuropsychological profile on the WISC-IV of french children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 43 (6), 481-576.
- Denis, H. & Baghdadli, A. (2016). Les troubles anxieux de l'enfant et de l'adolescent. *Archives de pédiatrie*, 24, 87-90.
- Deponio, P., Landon, J., Mullin, K., Reid, G. (2000.) An audit of the processes involved in identifying and assessing bilingual learners suspected of being dyslexic: a Scottish study. *Dyslexia*, 6, 29-41
- Dewaele, J., Bartolo, A., Macchi, L., & Cautillon, M-E. (2015). Relation entre dyspraxie gestuelle et dyslexie chez des enfants avec troubles des apprentissages. *Psychologie française*, 60, 285–300
- Dunn LM., Theriault –Whalen CM. (1993). *Echelle de Vocabulaire en Images Peabody*. Toronto, Canada : Psychan.
- Early Literacy Panel (2008). A Scientific Synthesis of Early Literacy Development and Implications for Intervention. National Institute for literacy.
- Ecalle, J., & Magnan, A. (2015). L'apprentissage de la lecture et ses difficultés. 2^{ème} édition. Paris, France : Dunod
- 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, 205-226
- Goulandris, N-K., Snowling, M-J., & Walker, I. (2000). Is dyslexia a form of specific language impairment? A comparison of dyslexic and language impaired children as adolescents. *Ann Dyslexia*, 50, 103-20.
- Grégoire, J. (2007). Les indices du Wisc-iv et leur interprétation. *Le Journal des psychologues*, 253(10), 26-30. doi:10.3917/jdp.253.0026.
- Grégoire, J. (2009). L'examen clinique de l'intelligence de l'enfant. Bruxelles : Mardaga
- Grégoire, J. (2013) L'examen clinique de l'intelligence de l'enfant : Fondements et pratique du WISC-IV. Ixelles, Belgique : Primento
- Habib M., & Joly-Pottuz B. (2008). «Dyslexie, du diagnostic à la thérapeutique: un état des lieux», *Revue de Neuropsychologie*. 18 (4) 247 – 325
- Huc-Chabrolle, M., Barthez, A., Tripi, G., Barthélémy, C., & Bonnet-Brilhault, F. (2010). Les troubles psychiatriques et psychocognitifs associés à la dyslexie de développement : un enjeu clinique et scientifique. *L'Encéphale*, 36, 172-179
- Inserm (Expertise collective) (2007) Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : bilan des données scientifiques. Rapport. Paris, France : Les éditions Inserm
- Jacquier-Roux, M., Lequette, C., Pouget, G., Valdois, S. & Zorman, M. (2010). *Batterie Analytique du langage écrit*. Grenoble, France : Laboratoire des Sciences de l'Education, Groupe Cogni-sciences
- Jacquier-Roux, M., Valdois, S., Zorman, M., Lequette, C., Pouget, G. (2005). *Outil de Dépistage des Dyslexies, version 2*. Grenoble, France : Cogni-sciences.
- Kendeou, P., Van den Broek, P., White, M., & Lynch, J. (2007). Preschool and early elementary comprehension : Skill development and strategy interventions. *Reading comprehension strategies : Theories, interventions, and technologies*. Mahwah, New Jersey: D.S.McNamara
- Khomsî, A. (1999). *Epreuve d'évaluation de la compétence en lecture : Lecture de mots et compréhension Révisée*. Nantes, France: Laboratoire de Psychologie (LabECD)
- Khomsî, A. (2001). *ELO. Evaluation du Langage Oral*. Paris, France: ECPA.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (1998). *NEPSY: A developmental neuropsychological assessment*. San Antonio, Texas: The Psychological Corporation.

- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S.L. (2007). *NEPSY II. Administrative manual*. San Antonio, Texas: Psychological Corporation.
- Lambert, V., Colé, P., & Rey, Y. (2006). Prise en charge orthophonique des dyslexiques : influence des représentations familiales. *Pratiques psychologiques*, 12, 365–37
- Lefavrais, P. (1967) *Test de l'Alouette*. (2^e Ed.) Paris, France : Éditions du Centre de Psychologie Appliquée
- Lefavrais, P. (2005). *Alouette-R*. Paris, France : ECPA.
- Lhermitte, H. (2011). Évaluation du niveau lexical des enfants dyslexiques scolarisés au collège, diagnostiqués au CRDTA. (mémoire d'orthophonie) Université Lille 2, Lille.
- Macchi, L., Descours, C., Girard, E., Guitton, E., Morel, C., Timmermans, N., & Boidein, F. (2012). *ELDP. Épreuve Lilloise de Discrimination Phonologique destinée aux enfants de 5 ans à 11;6 ans*. Repéré à : www.orthophonie.univ-lille2.fr/orthophonistes/test-a-disposition-des-orthophonistes.html
- Mattenet, J-P. (2014). *Note d'information n°36*. DEPP (Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance). Repéré à : <http://www.education.gouv.fr>
- Mazeau, M., & Pouhet, A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages : Du symptôme à la rééducation*. (2^e édition) Issy-les-Moulineaux, France : Elsevier Masson.
- Morton, J., & Frith, U. (1994). Causal modeling: A structural approach to developmental psychopathology. In D. Cicchetti & D. J. Cohen (Eds.) *Manual for developmental psychopathology* (Vol.I, pp. 357-390). Oxford, Angleterre: John Wiley & Sons.
- Ouellette, G., & Beers, A. (2010). A not-so-simple view of reading: how oral vocabulary and visual-word recognition complicate the story. *Reading and Writing*, 23, 189–208.
- Pennington, B.F., & Bishop, D. (2009). Relations Among Speech, Language, and Reading Disorders. *Annual Review of Psychology*. 60. 283–306.
- Reasoner, R.W. (1992). *Building Self-Esteem in the Elementary Schools*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Schunk, D. H. (2003). Self- efficacy for reading and writing: Influence of modeling, goal setting, and self- evaluation. *Reading and Writing Quarterly*, 19, 159- 172.
- Senechal, M., LeFevre, J., Smith-Chant, B.L, & Colton, K. (2001). On refining theoretical models of emergent literacy : The role of empirical evidence. *Journal of psychology*, 39, 439-460
- Snowling, M.J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 37-46
- Snowling, M.J., & Carroll, J. (2004). Language and phonological skills in children at high risk of reading difficulties. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(3), 631-640
- Sprenger-charolles L., Lacert, P., Colé P., & Serniclaes W. (1999). Déficits phonologiques et métaphonologiques chez des dyslexiques phonologiques et de surface. *Rééducation orthophonique* 197, 25-52
- Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2013). *Lecture et Dyslexie : Approches cognitives*. 2^e édition. Paris, France : Dunod
- Stanovich, Keith E. (1986). Matthew Effects in Reading: Some Consequences of Individual Differences in the Acquisition of Literacy. *Reading Research Quarterly*, 21 (4), 360–407.
- Stekhoven, D., & Bühlmann, P. (2012). MissForest : non-parametric missing value imputation for mixed-type data. *Bioinformatics*, 28(1) 112–118
- Touzin M. (2002) Evaluation du langage écrit. *Rééducation orthophonique*, 212, P 43-51. Ortho Edition
- Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., Sipay, E. R., Small, S. G., Pratt, A., Chen, R., et al. (1996). Cognitive profiles of difficult-to-remediate and readily remediated poor readers: Early intervention as a vehicle for distinguishing between cognitive and experiential deficits as basic causes of specific reading disability. *Journal of Educational Psychology*, 88, 601-638.

- Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., Small, S. G., & Fanuele, D. (2003, Décembre). Response to intervention as a vehicle for distinguishing between reading disabled and non-reading disabled children: Evidence for the role of kindergarten and first grade intervention. Présenté au National Research Center on Learning Disabilities Responsiveness to-Intervention Symposium, Kansas City, Missouri.
- Viau, R. (1999). La motivation dans l'apprentissage du français. St-Laurent, Québec : Éditions du Renouveau pédagogique.
- Weschler, D. (2005). *Echelle d'intelligence de Weschler pour enfants et adolescents*. Editions ECPA (4^{ème} édition).
- Winnicott, D.W. (1989). La capacité d'être seul. De la pédiatrie à la psychanalyse. Paris, France: Payot.
- Zorman, M., Lequette, C., & Pouget, G. (2005). *Outil de Dépistage des Dyslexies, version 2*. Grenoble, France : Cogni-sciences.

Liste des Annexes

Annexe n°1 : Tableau-synthèse de la partie théorique (A1)

Annexe n°2 : Flowchart, diagramme de flux (A2)

Annexe n°3 : Indices sélectionnés pour le recueil de données (A3)

Annexe n°4 : Vérification des conditions d'application de la régression linéaire multiple (A4)