



Université de Franche-Comté
UFR SMP - Orthophonie

Comorbidité entre dyslexies et troubles du graphisme : effet différentiel selon le déficit cognitif sous-jacent aux troubles dyslexiques

**Mémoire
pour obtenir le**

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONIE

présenté et soutenu publiquement le 7 juillet 2015

par :

Julie FERNANDEZ

Maîtres de Mémoire :

Sylviane VALDOIS, Directrice de recherche du CNRS, orthophoniste et neuropsychologue

Caroline JOLLY, Chargée de recherche au CNRS

Composition du jury :

Catherine CHEVRIER - Docteur en psychologie cognitive et psychologue scolaire
Hélène PERROS - Orthophoniste

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier chaleureusement mes deux maîtres de mémoire, Sylviane Valdois et Caroline Jolly, à l'initiative de cette étude, pour leur disponibilité tout au long de cette année et leurs précieux conseils. Merci aussi à Laurence Casteran, ergothérapeute, pour sa collaboration.

Je remercie également mon jury de lecture Hélène Perros et Renaud Perdrix, pour leurs conseils.

Je tiens également à remercier Karine, Emilie, Gaëlle, Clotilde et Ariane, mes maîtres de stage de ces dernières années, pour la confiance qu'elles m'ont accordée et le savoir qu'elles m'ont apporté.

Je remercie de tout mon cœur mes parents, sans qui rien n'aurait été possible. Merci pour leur immense patience, leur présence, les relectures des derniers mois et leurs encouragements. Merci aussi à mon frère pour sa zenitude légendaire.

Je remercie également toute ma famille, qui m'a soutenue depuis le début.

Un grand merci aussi à la famille Champanhet pour son soutien.

Un énorme merci

A Laura et Aline, pour leur amitié et leur présence, dans les bons, comme dans les mauvais moments.

A Elo et Anto, pour leur bonne humeur tout au long de ces années.

A Mag, pour avoir toujours su trouver les mots pour me faire avancer pendant ces quatre années.

Et enfin, mille et un mercis Charlie, pour ton soutien sans faille, ta présence de tous les instants, ton aide précieuse et ta philosophie toujours rassurante.

Merci à vous tous d'avoir cru en moi depuis le début.

Sommaire

Introduction	4
Partie Théorique	6
I. La Dysgraphie.....	7
II. La Dyslexie	12
III. Problématique et hypothèses	22
Partie Expérimentale	24
I. La procédure	25
Présentation et analyse des résultats	33
I. Fréquence de l'association dyslexie-dysgraphie.....	34
II. Analyse quantitative des troubles cognitifs sous-jacents à la dyslexie.....	36
III. Analyse qualitative de l'écriture des enfants dyslexiques et dysgraphiques	38
Discussion	43
I. Association dyslexie-dysgraphie.....	44
II. Retour sur la problématique	44
III. Limites de notre étude.....	49
IV. Apports pour la clinique	55
Conclusion	56
Bibliographie	57
Table des matières	63
Table des illustrations	66
Annexes	67
Table des annexes	68

INTRODUCTION

La dyslexie est un trouble spécifique de l'apprentissage du langage écrit largement documenté dans la littérature scientifique. Nous rencontrons encore beaucoup de divergences aujourd'hui quant aux données de prévalence du trouble dyslexique. En effet, selon les définitions et les critères retenus, les données de prévalence de la dyslexie varient et dépendent des études. D'une part, nous retrouvons les études anglophones réalisées sur de larges échantillons, qui donnent une prévalence entre 2.3% et 12% d'enfants dyslexiques ; d'autre part, nous retrouvons les quelques études françaises, à plus petite échelle, qui indiquent une prévalence entre 6 et 8 %. Par exemple, 6.6% des 500 enfants de 10 ans testés ont été diagnostiqués dyslexiques dans l'étude de Sprenger-Charolles et collaborateurs (2000). Selon Michel Habib, la dyslexie toucherait environ 8 à 10% de la population (Habib, 1997).

En contexte dyslexique, il n'est pas rare de rencontrer des troubles associés récurrents. Ainsi, une dysorthographe étant souvent associée à la dyslexie (Inserm, 2007), le terme de dyslexie-dysorthographe est fréquemment employé. En outre, les enfants dyslexiques ont souvent des antécédents de troubles du langage oral (Pennington, 2006). Une étude de 2010 met en évidence, elle, une comorbidité fréquente entre dyslexie et trouble de l'attention de type TDA/H : Trouble du Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (Germano, Gagliano et Curatolo, 2010). Cependant, il existe d'autres troubles associés comme la dysgraphie, dont le lien de comorbidité avec la dyslexie reste assez peu étudié. Beaucoup d'autres troubles sont également répertoriés (troubles spécifiques du langage oral, dyscalculie, etc.) définissant la « constellation des dys », selon Michel Habib (Habib, 2014).

Bien que ce phénomène de comorbidité soit largement documenté, il n'existe pas de modèle théorique qui permettrait de comprendre et de prédire les associations de symptômes diagnostiqués en contexte dyslexique (Pennington, 2006). La variabilité de la comorbidité des troubles en contexte dyslexique pourrait en partie dépendre de l'existence de sous-types distincts de dyslexies développementales. En effet, des études récentes suggèrent l'existence de sous-types cognitivement et neurobiologiquement distincts : un premier sous-type caractérisé par un trouble phonologique et un deuxième sous-type caractérisé par un trouble de l'empan visuo-attentionnel (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998 ; Valdois, Bosse et Tainturier, 2004 ; Peyrin et al., 2012 ; Zoubrinetzky et al., 2014).

Dans ce mémoire, nous porterons notre attention sur les troubles du graphisme, regroupés sous le terme de "dysgraphie", afin d'en étudier les relations avec la dyslexie développementale, tout en contrôlant d'autres troubles associés comme la dyspraxie, le TDA/H, etc. Nous nous intéresserons notamment à la relation potentielle entre la dysgraphie et le(s) déficit(s) cognitif(s) sous-jacent(s) à la dyslexie,

au niveau de la fréquence et/ou la qualité des troubles dysgraphiques. Pour cela, nous nous baserons sur le courant théorique de la neuropsychologie cognitive.

La première partie, théorique, de notre mémoire portera sur les troubles dysgraphiques, puis sur les troubles dyslexiques, afin de mieux comprendre les enjeux de cette étude. Cette revue de littérature nous amènera à formuler notre problématique et nos hypothèses. Nous exposerons ensuite la méthodologie utilisée, avant d'analyser les résultats obtenus. Enfin, nous discuterons de la portée de nos résultats ; nous aborderons également les limites de notre étude ainsi que les perspectives de recherche qui en découlent.

PARTIE THEORIQUE

I. LA DYSGRAPHIE

A. Définition

La dysgraphie est un trouble affectant la qualité de l'écriture d'un individu sans qu'aucun déficit neurologique ou intellectuel n'en soit la cause apparente (Ajuriaguerra et al., 1997, réimpression). Une autre définition de Hamstra-Bletz et Blöte (1993) présente la dysgraphie comme une difficulté à produire un tracé lisible, de bonne qualité ; on la retrouve chez des enfants d'intelligence normale, sans trouble neurologique ou handicap perceptivo-moteur.

La prévalence de la dysgraphie est difficile à évaluer, tout comme celle des autres troubles d'apprentissage. D'après une étude de 2009, elle se situerait entre 6 et 8% (Kaiser, 2009). Les troubles de l'écriture affecteraient d'ailleurs plus les garçons que les filles : entre 72 et 88 % de garçons parmi les faibles scripteurs selon les études (Berninger et al., 1997 ; Hamstra-Bletz et Blöte, 1993 ; Kaiser, 2009 ; Smits-Engelsman et Van Galen, 1997). Cette constatation pourrait s'expliquer par la différence de développement de la motricité fine entre les filles et les garçons, ou par une prévalence de troubles du développement pouvant affecter l'écriture chez les garçons (Albaret et al., 2013).

Les classifications actuelles n'abordent pas le trouble graphique en terme de trouble spécifique (Albaret et al., 2013). La section des critères diagnostiques du « trouble de l'expression écrite » du DSM IV (Classification de l'American Psychiatric Association ; Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 1994) traite des capacités d'expression écrite. Il n'est pas spécifié clairement si ce terme renvoie à l'orthographe ou aux capacités graphomotrices (Nicolson et Fawcett, 2011). Il en est de même pour une autre classification, la CIM 10 (OMS, Classification Internationale des Maladies, 10^{ème} révision, 2006) qui elle n'aborde que la dysorthographe dans sa section des critères diagnostiques du « trouble spécifique de l'acquisition de l'orthographe ». De plus, dans de nombreuses études rédigées en anglais, le terme « dysgraphia » reste ambigu et ne se rapporte pas toujours à la dysgraphie au sens de trouble graphomoteur, mais renvoie plutôt aux troubles de l'orthographe. En effet, la littérature aborde plus souvent la dysorthographe que la dysgraphie lorsqu'il est question de trouble de l'écriture (Inserm, 2007). Van Galen et al., (1993) utilisent quant à eux le terme « poor handwriting » que nous pouvons traduire par « mauvaise écriture manuscrite ». Albaret et al., (2013) proposent l'utilisation du terme de TAG : Trouble de l'Apprentissage de la Graphomotricité, qui se rapporte spécifiquement à l'atteinte de l'écriture. Ainsi, la confusion entre le terme de dysgraphie et dysorthographe serait évitée. Dans notre mémoire, nous utiliserons le terme de dysgraphie pour parler du trouble de l'écriture, que nous distinguerons donc de la dysorthographe en tant que trouble de l'orthographe.

B. Les caractéristiques de la dysgraphie

La dysgraphie se caractérise en clinique par une écriture peu ou pas lisible et/ou lente (Brun-Hénin et al., 2013). Elle est diagnostiquée généralement après l'âge de 7 ans, afin de laisser une période d'apprentissage de l'écriture suffisante à l'enfant. Les enfants dysgraphiques ont une écriture très irrégulière, qui comporte de nombreuses variations dans la taille des lettres, et qui manque de précision au niveau spatial (Smits-Engelsman et Van Galen, 1997). Une des caractéristiques propre à la dysgraphie est la « variabilité » inter- et intra-individuelle des productions écrites (Soppelsa et Albaret, 2014). Cette variabilité concerne en particulier la taille d'écriture, l'espacement entre les lettres d'un mot et/ou entre les mots d'une même phrase, ainsi que la fréquence des accélérations et des pics de vitesse lors de l'écriture (Zesiger, 2003).

Cependant, il n'existe pas de tableau clinique précis et unique pour la dysgraphie. Par exemple, Ajuriaguerra décrit cinq types de dysgraphiques. Certains de ces profils peuvent parfois se combiner entre eux (Ajuriaguerra et al., 1997, réimpression) :

- **Les raidés** : nous retrouvons chez ces enfants une écriture penchée, qui ressemble à une écriture en italique et qui résulte d'une certaine tension neuro-musculaire. Le tracé a un aspect très anguleux caractéristique.
- **Les mous** : l'écriture de ces enfants nous apparaît comme très négligée et irrégulière dans sa direction ainsi que dans la taille des lettres. Souvent, la dimension des lettres est inférieure à la norme qui est de 2.5 mm.
- **Les impulsifs** : ces enfants semblent se précipiter dans leur écriture qui apparaît saccadée, mal organisée, très irrégulière dans la taille de ses lettres et comportant de nombreuses retouches.
- **Les lents et précis** : les enfants que nous retrouvons dans ce groupe sont en recherche permanente de la lettre bien formée. Ils exercent un contrôle continu de leur écriture ce qui engendre une lenteur d'exécution importante. Cette lenteur d'écriture peut amener l'enfant à oublier ce qu'il souhaitait écrire avant qu'il n'ait pu le faire (Graham et Weintraub, 1996). En apparence, leur écriture semble appliquée mais cache en réalité une fragilité grapho-motrice qui donne lieu à des tremblements lors de la production.
- **Les maladroits** : l'écriture de ces enfants apparaît lourde et maladroite. Les dimensions des lettres fluctuent : certaines sont très rondes et étalées, quant à d'autres, elles sont tellement petites qu'elles en deviennent illisibles et se confondent avec d'autres. Nous retrouvons également des blancs mal répartis entre les mots.

Pour d'autres auteurs, il faut porter son attention sur plusieurs points lors de l'analyse d'une production écrite comme : la lisibilité et la fluidité de l'écriture, la taille des lettres, la pression sur l'outil scripteur ou encore le nombre de levers de l'outil pendant la production.

Alors que les critères de faibles lisibilité et fluidité de l'écriture semblent être unanimement reconnus comme des caractéristiques de la dysgraphie, les résultats concernant les autres critères divergent selon les études. C'est le cas par exemple de la taille des lettres produites par les enfants dysgraphiques. Ainsi, pour Smits-Engelsman et Van Galen (1997), la moitié des lettres écrites par les enfants dysgraphiques de leur échantillon sont trop grandes et un quart sont trop petites. En revanche, selon Graham et al. (2006), les lettres écrites par des enfants dysgraphiques sont de taille inférieure à celle d'enfants normo-scripteurs. Roseblum et al. (2003), quant à eux, ont étudié le nombre de levers de crayon pendant la tâche d'écriture. Selon les résultats de l'étude, l'augmentation du nombre de levers de l'outil scripteur chez les enfants dysgraphiques témoignerait d'une difficulté de programmation motrice.

C. Méthodes d'évaluation de la dysgraphie

Jean-Michel Albaret (1995) propose trois axes dans l'examen psychomoteur de la dysgraphie :

- un entretien avec l'enfant et avec la famille afin de cerner les rapports affectifs de l'enfant avec l'écrit
- une évaluation motrice graphique
- une recherche des troubles associés

L'évaluation grapho-motrice permet l'analyse de la position du sujet face à la table, de sa tenue de l'outil scripteur, et surtout des caractéristiques qualitatives (lisibilité) et quantitatives (vitesse, fluidité) de son écriture. Cette évaluation comprend l'utilisation de tests standardisés, mesurant différentes capacités psychomotrices comme l'échelle E (Ajuriaguerra et al., 1997, réimpression) et l'échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant (BHK) (Hamstra-Bletz et al. 1987 ; adaptation française par Charles et al. 2004).

Concernant les troubles associés, ce sont souvent les troubles praxiques qui vont être recherchés car fortement suspectés. En effet, les difficultés praxiques d'un enfant vont engendrer la plupart du temps des troubles au niveau de son écriture. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement.

D. Les causes de la dysgraphie

L'étiologie des troubles graphiques n'est pas encore déterminée aujourd'hui. Pour Van Galen et al. (1993), les faibles scripteurs ne parviendraient pas à inhiber suffisamment le bruit neuromoteur (« neuromotor noise » en anglais). Le bruit neuromoteur ou interférence est un phénomène physiologique normal qui a lieu lors de l'écriture et qui est visible sur les profils de vitesse des mouvements scripturaux. Il permet de rendre compte des variabilités inter- et intra-individuelles lors de productions écrites. Les enfants dysgraphiques ne parviendraient pas à planifier les bonnes stratégies biomécaniques afin de contrer ce bruit neuromoteur qui, en outre, serait plus important chez eux par rapport aux enfants normo-scripteurs (Smits-Engelsman et Van Galen, 1997). Cela engendrerait donc ce style d'écriture grossière propre aux enfants dysgraphiques.

Smits-Engelsman et Van Galen (1997) confirment cette analyse : ils ont noté de nombreuses variabilités dans la taille des lettres des enfants dysgraphiques lorsqu'on leur donne des contraintes au niveau spatial (respect de lignes supérieures et inférieures). Selon ces auteurs, un trouble du contrôle moteur serait à l'origine de la dysgraphie. La difficulté à gérer leur force musculaire et à contraindre leurs gestes lors de la production d'écriture engendrerait une forte imprécision au niveau spatial. En effet, les enfants dysgraphiques utilisent de manière presque systématique leurs systèmes effecteurs proximaux (poignet/coude) à la place des distaux (pince pouce/index et main) car ils seraient incapables de les contrôler avec précision. De fait, leur écriture paraît moins régulière qu'une écriture lambda car ils éprouvent des difficultés pour respecter les contraintes spatiales.

E. Troubles présentant une dysgraphie associée

Le phénomène de « multi-dys » est fréquent en clinique. Très souvent, les enfants souffrent de la comorbidité d'au moins deux troubles développementaux (Habib, 2014). Il semblerait d'ailleurs que la dysgraphie soit souvent associée à d'autres troubles comme : la dyslexie ; la dysorthographe ; les TDA/H ; le TAC ou dyspraxies de développement ; les dystonies, notamment les ébauches de crampes ; les troubles de la dominance latérale. Ces comorbidités fréquentes nécessitent donc une évaluation adéquate qui ne peut se limiter au seul examen de l'écriture (Albaret, 1995).

1. La dyslexie/dysorthographe

La dysgraphie est le trouble le plus souvent associé à la dyslexie (Habib, 1997), bien que cela soit peu documenté dans la littérature scientifique (Berninger et al., 2008 ; Brun-Hénin et al., 2013).

L'Inserm (2007) a publié un inventaire des diagnostics portés sur 209 enfants âgés de 5 à 15 ans, venus consulter au CHU de Marseille (établi par Michel Habib en 2003). Sur les 209 enfants, 177 ont été diagnostiqués dyslexiques, dont 15% ont également été diagnostiqués dysgraphiques (26/177 enfants).

Brun-Hénin et al. (2013) ont étudié l'écriture d'une population de 35 enfants dont 16 étaient dyslexiques. 9 d'entre eux avaient une dysgraphie associée, ce qui représente environ 56% des dyslexiques. Nous retrouvons à peu près le même pourcentage dans une étude de Billard et collaborateurs, qui ont répertorié 34 enfants dysgraphiques sur 68 ayant un trouble du langage écrit, soit 50% (Billard et coll., 2006).

2. Le T.A.C

Le Trouble de l'Acquisition de la Coordination (T.A.C) ou dyspraxie, est un trouble spécifique du développement moteur (Classification Internationale des Maladies, 10^{ème} révision, 2006). Notons ici que les anglo-saxons utilisent le terme DCD, signifiant Developmental Coordination Disorder. Selon le DSM IV (Classification de l'American Psychiatric Association ; Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 1994), *« les performances dans les activités quotidiennes nécessitant une bonne coordination motrice sont nettement au-dessous du niveau escompté [...] cela peut se traduire par des retards importants dans les étapes du développement psychomoteur, [...] par le fait de laisser tomber des objets, par de la « maladresse », de mauvaises performances sportives ou une écriture médiocre »*.

La dysgraphie est assez souvent rencontrée en contexte dyspraxique. En effet, un enfant dyspraxique sera dysgraphique la plupart du temps, mais à l'inverse, un enfant dysgraphique ne sera pas forcément dyspraxique (Inserm, 2007). Quelques études se sont intéressées à la prévalence de la dysgraphie en contexte dyspraxique. Cependant les résultats restent très variables selon les études. Ce trouble a été diagnostiqué pour 25% (3/12) des enfants faibles scripteurs (Smits-Engelsman et al., 2001). Cependant l'échantillon assez faible de cette étude ne permet pas de généraliser l'information pour tous les enfants dyspraxiques. Dans une thèse française de 2009, la prévalence est de seulement 10% sur 40 enfants faibles scripteurs (Kaiser, 2009) mais l'auteur propose des limites à l'étude qui expliqueraient ce faible pourcentage.

3. Les TDA/H

Une écriture de mauvaise qualité peut également être retrouvée chez les enfants ayant un trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H). Une étude israélienne de 2007 a comparé 20 enfants de 11 à 13 ans diagnostiqués TDA/H, à un groupe contrôle, afin de rendre compte de la présence ou non d'aspects dysgraphiques dans leurs productions écrites. Ils ont retrouvé des marqueurs de la dysgraphie

comme la lenteur d'écriture ou encore des tailles de lettres disproportionnées chez la plupart des enfants (Adi-Japha et al., 2007).

La dysgraphie est donc un trouble souvent rencontré dans un contexte de comorbidité. Nous rappelons que nous nous intéressons plus particulièrement à l'association de la dysgraphie à la dyslexie dans cette étude, mais qu'il nous semblait nécessaire de répertorier les troubles les plus fréquemment rencontrés en contexte dysgraphique afin de justifier les choix que nous avons faits dans nos analyses.

II. LA DYSLEXIE

A. Définition

La dyslexie développementale est avant tout un trouble de l'identification du mot écrit. Selon l'équation de Gough et Tunmer (1986) : **L = R x C**

La **Lecture** est le produit de la **Reconnaissance du mot écrit**, c'est-à-dire le déchiffrement d'un mot, par la **Compréhension** de ce même mot. La dyslexie résulte d'un trouble de la reconnaissance du mot écrit, sans laquelle la lecture est impossible.

D'après le modèle à double voie (Besner, 1999 ; Coltheart, 1978 ; Coltheart et al., 1993 ; Coltheart et al., 2001), l'identification du mot écrit peut être réalisée de deux façons. Lorsqu'un mot est présenté à un enfant, il peut le lire en utilisant soit sa voie phonologique, dite d'assemblage, soit sa voie lexicale dite d'adressage. La voie d'assemblage a une importance primordiale au début de l'apprentissage de la lecture. L'enfant, face à un mot nouveau, est obligé de le décomposer selon les règles de conversions graphèmes/phonèmes pour pouvoir le déchiffrer. A force de voir les mots écrits, l'enfant va constituer son propre lexique orthographique où il va stocker l'orthographe des mots. Ainsi, par la suite, il n'utilisera plus sa voie phonologique pour les lire mais plutôt sa voie lexicale, générant ainsi un important gain en temps et en énergie (ressources attentionnelles et cognitives). Chez le lecteur expert, la lecture se fait essentiellement par adressage.

Les enfants dyslexiques ont des difficultés de déchiffrage dès le début de l'apprentissage de la lecture. Leur déchiffrage n'est pas performant et ils rencontrent donc des difficultés pour identifier les mots correctement. Ils sont englués dans un déchiffrage qui les empêche d'avoir une bonne disponibilité cognitive lors de l'acte de lecture. Par ailleurs, le temps de traitement se voit lui aussi allongé. En effet nous retrouvons souvent à la fois des erreurs lors de la lecture et un temps de lecture rallongé chez les enfants dyslexiques dans les débuts d'apprentissage du langage

écrit. Ces difficultés les empêchent d'acquérir les connaissances lexicales indispensables à une lecture fluente. Puis, petit à petit, les enfants vont se familiariser avec les règles de correspondances graphèmes/phonèmes. Ils feront donc moins d'erreurs de lecture mais resteront lents, faute de développer normalement leur lexique orthographique.

B. Le diagnostic de dyslexie

Il existe plusieurs classifications internationales définissant les critères qui permettent de poser un diagnostic de dyslexie. Nous allons nous intéresser à la CIM 10 (Classification Internationale des Maladies : 10^{ème} révision, 2006) élaborée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Les critères diagnostiques du trouble spécifique de la lecture se déclinent comme tel :

« Présence soit de 1 soit de 2 :

- 1. La note obtenue à une épreuve standardisée d'exactitude ou de compréhension de la lecture se situe 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 ; l'évaluation des performances en lecture et du QI doit se faire avec des tests administrés individuellement et standardisés en fonction de la culture et du système scolaire de l'enfant.*
- 2. Antécédents de difficultés sévères en lecture, ou de résultats de tests ayant répondu au critère 1 à un âge antérieur ; en outre, le résultat obtenu à un test d'orthographe se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI.»*

La CIM 10 ajoute également des critères diagnostiques communs aux autres troubles des apprentissages : le trouble dyslexique gêne l'enfant de façon considérable dans son cursus scolaire et sa vie quotidienne mais ne résulte pas directement d'un déficit sensoriel. Pour la pose du diagnostic, l'enfant doit avoir un QI supérieur ou égal à 70 et doit être scolarisé de façon régulière.

Selon Frith (1997), la dyslexie se définit sur trois niveaux : comportemental, cognitif et neurobiologique. Au niveau comportemental, des difficultés en lecture sont décelées par le biais de tests standardisés qui objectivent un trouble de la lecture. Au niveau cognitif, la dyslexie relève d'un trouble d'un des composants du système cognitif de la lecture. Au niveau neurobiologique, la dyslexie est associée au fonctionnement atypique de certaines régions cérébrales qui peut être mis en évidence par le biais d'un examen IRM (imagerie par résonance magnétique) ou EEG (électro-encéphalographie). Cependant, le diagnostic de dyslexie porte exclusivement sur les

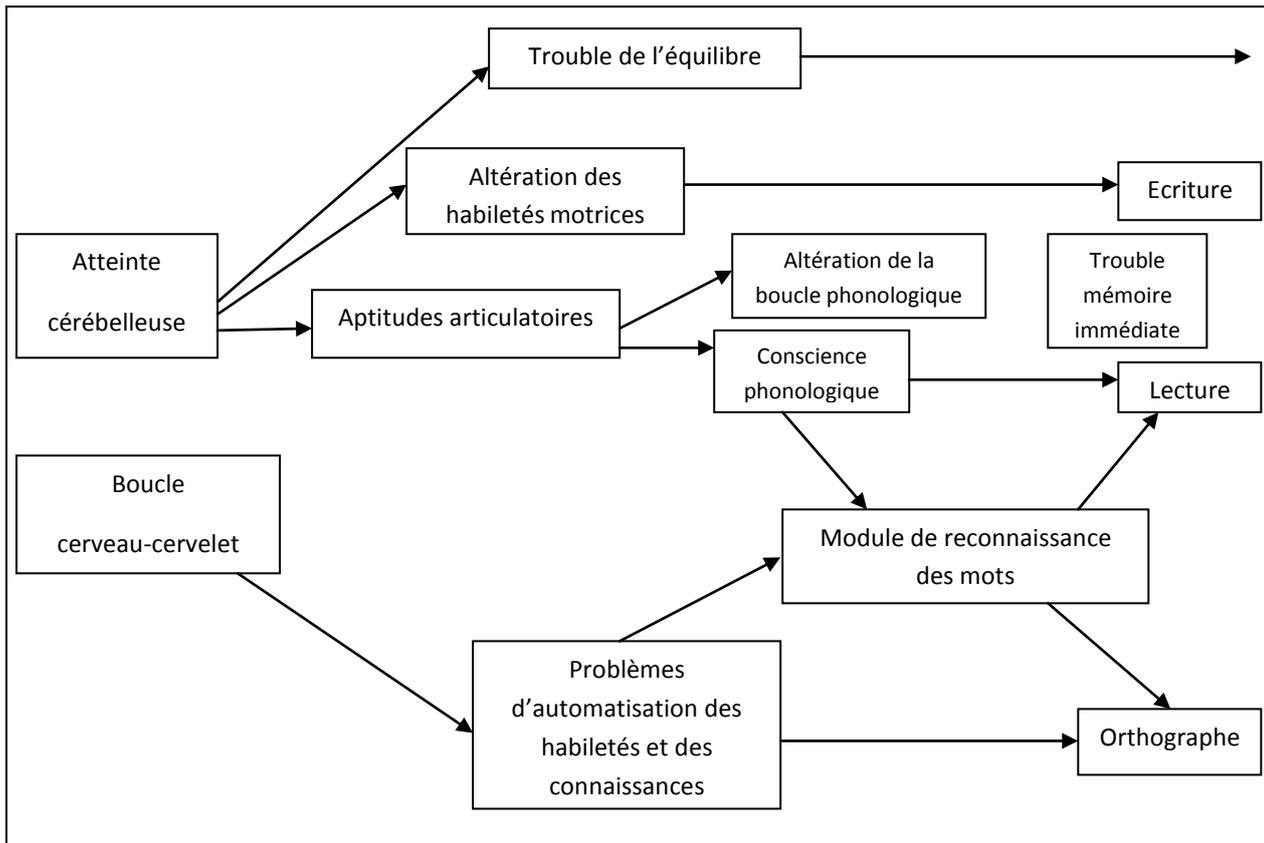


Figure 1 : « Schéma explicatif des différents symptômes de la théorie motrice de la dyslexie : la dysfonction cérébelleuse est au centre du modèle » (Nicolson et al., 2001, tiré de Cheminal et Brun, 2002, page 19)

critères comportementaux d'inclusion et d'exclusion, tels qu'ils sont définis dans les nomenclatures internationales. En effet, les examens de neuro-imagerie ne peuvent être envisagés en pratique clinique conventionnelle ; par ailleurs, nous n'avons pas le recul suffisant pour affirmer connaître l'ensemble des troubles cognitifs susceptibles d'entraîner un trouble dyslexique (Valdois, sous presse).

C. Les théories explicatives des dyslexies

Au fil des années, de nombreuses théories explicatives ont vu le jour. Certaines sont toujours d'actualité, quant à d'autres, elles ont été contestées ou réfutées par certains auteurs. Notre objectif ici n'est pas de faire une présentation exhaustive des différentes théories. Nous nous limiterons donc aux hypothèses les plus fréquemment proposées à l'heure actuelle, les hypothèses cérébelleuse, phonologique et de l'empan visuo-attentionnel (EVA), que nous utiliserons pour faire des prédictions quant à leur association avec les troubles dysgraphiques.

1. Hypothèse cérébelleuse

L'enfant dyslexique est souvent un enfant qui montre des difficultés pour apprendre ses leçons, qui écrit mal et qui ne parvient pas à automatiser des procédures simples (Habib, 2002). Cela a conduit certains auteurs à se poser la question d'une éventuelle implication du cervelet dans la dyslexie (Nicolson, Fawcett et Dean, 2001 ; Nicolson et Fawcett, 2011).

En effet, le cervelet a un rôle d'organisation temporelle et spatiale du mouvement ainsi que de contrôle de ses paramètres. A plus long terme, il permet à l'individu d'apprendre, d'adapter et d'automatiser ses mouvements dans le but d'améliorer ses performances motrices. Il joue aussi un rôle dans la coordination sensori-motrice, incluant le geste moteur d'écriture. Pour ces auteurs, les principaux symptômes de la dyslexie (trouble de la lecture, de l'orthographe et de l'écriture) pourraient donc être dus à un déficit cérébelleux qui empêcherait l'automatisation des procédures et retentirait notamment sur les processus qui sous-tendent la lecture (voir Figure 1). Concernant le trouble de la lecture, cette atteinte cérébelleuse impacterait directement les aptitudes articulatoires de l'enfant, entraînant de ce fait une altération des traitements phonologiques qui entraverait à son tour la reconnaissance des mots écrits (Habib, 2002). Les liens supposés entre troubles cérébelleux, phonologiques et articulatoires nous amèneront à observer si le trouble articulatoire est présent chez quelques enfants dyslexiques de notre échantillon¹.

¹ Nous n'avons pas retrouvé d'enfant porteur d'un trouble articulatoire dans notre population d'enfants dyslexiques (au moment de la passation des bilans).

L'avantage de cette hypothèse est d'offrir un cadre explicatif potentiel à certaines comorbidités. L'hypothèse cérébelleuse conduit notamment à postuler la cooccurrence des troubles dysgraphiques et dyslexiques. Une étude de Fournier del Castillo et al. (2010), qui décrit un cas d'agraphie périphérique chez un enfant de 8 ans présentant une atrophie cérébelleuse (antécédent de tumeur cérébelleuse à l'âge de 4 ans), est en accord avec cette hypothèse. L'hypothèse cérébelleuse conduit en outre à postuler l'existence d'une comorbidité entre dysgraphie et dysfonctionnement articulaire/phonologique.

Une étude a montré une forte corrélation entre la dyslexie et un dysfonctionnement cérébelleux pour 80% des enfants dyslexiques testés (Nicolson, Fawcett et Dean, 2001). Ce pourcentage est tout de même à relativiser puisqu'il n'a été calculé que sur la base de 14 patients dyslexiques.

L'hypothèse cérébelleuse est une des théories explicatives du trouble dyslexique mais est loin d'être la seule. Elle a pour ambition de chercher à expliquer l'ensemble des troubles observés dans la dyslexie. Toutefois, elle n'est pas aussi documentée que l'hypothèse phonologique, qui serait une conséquence du trouble cérébelleux selon Nicolson.

2. Hypothèse phonologique

Depuis de nombreuses années maintenant, la théorie dite phonologique occupe une position dominante dans la littérature scientifique. Des études ont montré que des enfants et des adultes diagnostiqués dyslexiques éprouvaient des difficultés dans des tâches évaluant la conscience phonologique, la mémoire verbale à court terme et la dénomination rapide (Inserm, 2007). Ces trois tâches orales mettent en jeu le traitement phonologique et sont indépendantes de la lecture.

Au moment de l'apprentissage de la lecture, l'enfant va devoir s'approprier les règles de conversion graphème/phonème pour réussir à identifier les mots écrits. Il débute donc l'apprentissage de la lecture par le biais de la voie d'assemblage encore appelée voie phonologique. Or, la consolidation des connaissances sur les relations graphèmes/phonèmes implique de savoir segmenter les mots parlés en phonèmes donc d'avoir une bonne conscience phonémique. De ce fait un déficit de la conscience phonémique peut entraîner une mauvaise maîtrise de ces conversions et donc des difficultés en lecture de pseudo-mots. Toutefois, nous noterons bien qu'un déficit en lecture de pseudo-mots n'est pas nécessairement la preuve d'un trouble phonologique (Zoubrinetzky et al., 2014).

Un déficit phonologique a été constaté dans la plupart des études de groupe de patients dyslexiques (Sprenger-Charolles et al., 2000 ; Bishop et Snowling, 2004). Il a de plus été démontré que des enfants qui avaient des capacités phonologiques faibles avant l'apprentissage de la lecture avaient plus de risque de développer un trouble dyslexique quelques années plus tard (Sprenger-Charolles et al., 2000 ; Bishop et

Snowling, 2004 ; Inserm, 2007). Il a aussi été établi que les capacités phonologiques des enfants pour un niveau scolaire donné étaient prédictives de leur niveau de lecture pour ce même niveau scolaire. A l'inverse, une amélioration des capacités de lecture s'accompagne d'une amélioration des capacités de traitement phonologique (Vellutino et al., 2004).

L'hypothèse phonologique reste donc l'hypothèse prédominante à l'heure actuelle, bien que son universalité soit contestée. Par exemple, des cas avérés de dyslexie sans déficit phonologique associé ont été décrits (Bosse et al., 2007 ; Valdois et al., 2011 ; Valdois, sous presse). D'autres hypothèses explicatives ont donc été proposées, comme l'existence de troubles relevant de la sphère visuelle ou visuo-attentionnelle (hypothèse magnocellulaire, hypothèse de déplacement attentionnel ralenti, etc.). Nous nous centrerons ici sur l'hypothèse du trouble de l'empan visuo-attentionnel puisqu'elle conduit à postuler l'existence de formes distinctes de dyslexies.

3. Hypothèse de l'empan visuo-attentionnel (EVA)

L'empan visuo-attentionnel (EVA) correspond « au nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément dans une configuration de plusieurs éléments » (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007).

L'équipe de Sylviane Valdois a montré l'existence d'un trouble de l'EVA en contexte dyslexique. Il s'observe le plus souvent chez des enfants dont les aptitudes phonologiques sont préservées (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007).

En lecture, le trouble de l'EVA limite les capacités de traitement visuel simultané de plusieurs lettres, ce qui a pour conséquence de gêner la reconnaissance globale des mots et peut également entraver le traitement des graphèmes ou des syllabes longs (Valdois, Bosse et Tainturier, 2004). Ce trouble perturberait donc l'apprentissage de la lecture mais aussi de l'orthographe (Valdois, sous presse).

Nous nous baserons sur le modèle connexionniste de lecture de mots polysyllabiques ACV98 ou MTM (Multi-Trace Memory model) de Ans, Carbonnel et Valdois (1998), pour expliciter la nature du trouble visuo-attentionnel et son impact sur la lecture. Ce modèle est composé de quatre couches d'unités simples :

- deux couches orthographiques : O1 (entrée de l'information) et O2 (sortie de l'information)
- une couche centrale ME (Mémoire Episodique)
- une couche phonologique de sortie nommée P

Les couches O1 et O2 contiennent chacune des unités simples qui codent les caractères orthographiques du français, tandis que la couche P contient les unités codant les caractères phonologiques de la langue. Ces unités sont toutes

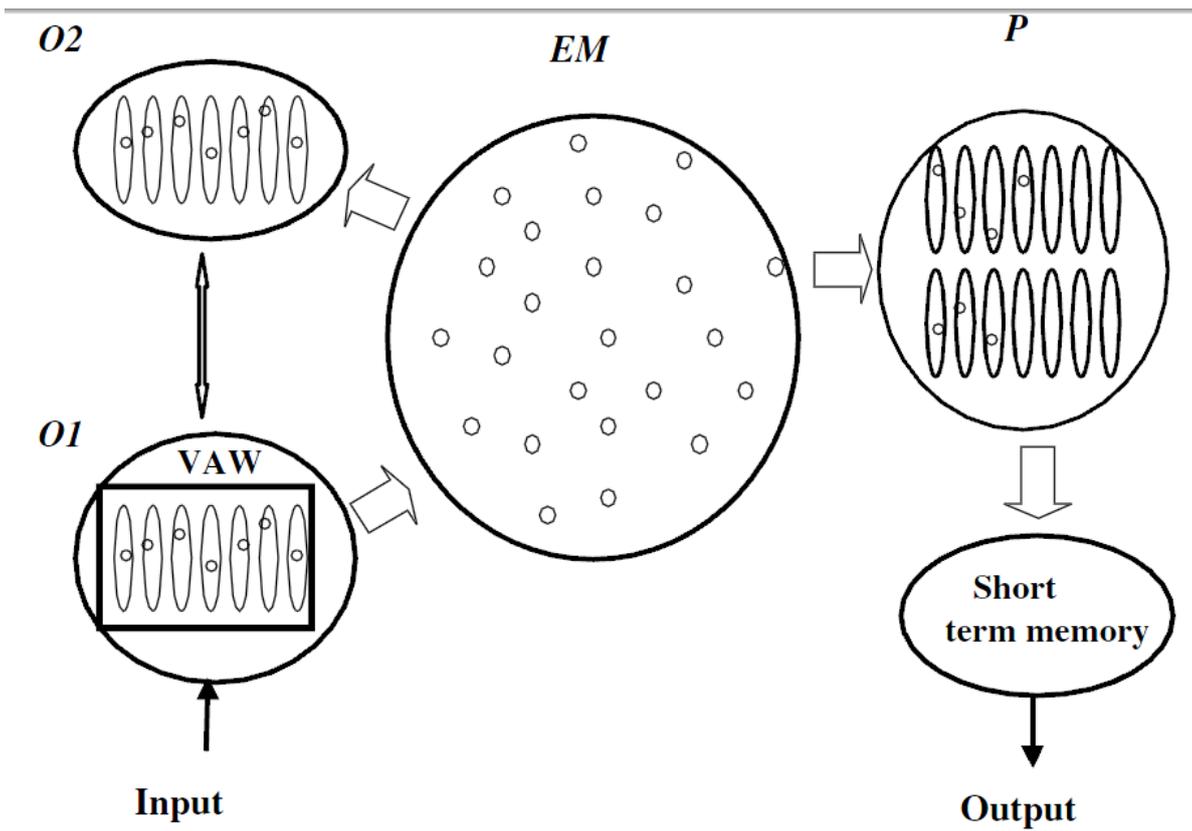


Figure 2 : Architecture of the multitrace connexionist model of reading (Ans, Carbonnel & Valdois, 1998). Figure tirée de Bosse, Tainturier & Valdois, 2007.

interconnectées. Le modèle théorique inclut également une composante phonologique supplémentaire, la Mémoire Temporaire Phonologique MTP, ainsi qu'un composant cognitif nommé la fenêtre visuo-attentionnelle (sur O1) qui permet d'extraire l'information orthographique d'entrée.

Ce modèle postule l'existence de deux procédures de lecture. Tout d'abord, une procédure globale qui intervient pour le traitement de n'importe quelle séquence orthographique. Puis, en cas d'échec, la procédure analytique prend le relai. La différence notable entre ces deux procédures est la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle : en procédure globale, elle englobe l'ensemble du mot à traiter. Cependant, si l'information à traiter n'est pas reconnue, la fenêtre visuo-attentionnelle va se réduire pour focaliser l'attention sur les unités sub-lexicales et les traiter de façon sérielle : c'est la procédure analytique.

Prenons l'exemple de la lecture du mot « chapeau » : la fenêtre visuo-attentionnelle englobe la séquence entière du mot « chapeau » (O1). Les unités de O1 vont s'activer et stimuler les unités de la ME (mémoire épisodique) où sont présentes des informations déjà connues et mémorisées par l'enfant (des traces-mots). Grâce à l'activation des traces-mots en ME, un écho orthographique et un écho phonologique vont être produits et transmis respectivement vers O2 et P. Si l'information transmise vers O2 correspond au pattern de O1, alors le mot a été identifié comme étant familier et la réponse phonologique en P correspond à sa forme phonologique globale. Toutefois, si les patterns d'activation en O1 et O2 ne correspondent pas, la procédure analytique va prendre la place de la procédure globale. La fenêtre visuo-attentionnelle va donc se réduire jusqu'à l'obtention d'un segment reconnu par le système. Ensuite, le mode analytique fonctionne de la même façon que le mode global, sauf qu'il traite des portions du mot à la place de mots entiers. La fenêtre visuo-attentionnelle va donc se déplacer au sein du mot pour permettre la lecture de ses différentes parties. Ces segments de mots sont ensuite stockés en mémoire à court terme pour pouvoir être restitués à la fin du déchiffrement du mot « chapeau ». Nous pouvons imaginer l'exemple suivant : premier segment « cha » ; deuxième segment : « peau » = « chapeau ».

Ce modèle expert permet donc d'appréhender les mécanismes mis en marche lors de l'activité de lecture. Bien que ce ne soit pas un modèle reflétant le fonctionnement de l'apprentissage de la lecture, les auteurs se sont tout de même questionnés sur la possibilité d'un dysfonctionnement de l'un ou l'autre des mécanismes de ce modèle (visuo-attentionnel ou phonologique) à l'origine de la dyslexie.

En accord avec ce modèle, un certain nombre d'auteurs fournissent des preuves de l'existence d'un trouble cognitif, autre que phonologique, responsable des troubles dyslexiques : le trouble de l'EVA (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007). Il est diagnostiqué avec des épreuves de report global et partiel de lettres (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007 ; Valdois, sous presse). Deux études réalisées en 2007, l'une avec un

groupe de 68 enfants dyslexiques français, et l'autre avec un groupe de 29 enfants dyslexiques anglais, ont objectivé respectivement 44% et 34,5% de dyslexiques avec un trouble de l'EVA sans déficit phonologique (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007).

L'hypothèse du trouble de l'EVA n'est pas soutenue par autant d'auteurs que l'hypothèse phonologique, mais a le mérite de postuler l'existence de sous-types distincts de dyslexies développementales grâce au modèle MTM (qui intègre les processus visuo-attentionnels à l'activité de lecture).

D. Les sous-types de dyslexies

L'existence des sous-types de dyslexies a été longtemps contestée dans la mesure où l'on pensait que les troubles dyslexiques étaient toujours secondaires à un déficit phonologique. Cette hypothèse perdure actuellement : un grand nombre de travaux appartenant à des champs théoriques voisins ont proposé des données convergentes en faveur d'un trouble phonologique (Vellutino et al., 2004 notamment).

Les sous-types classiquement définis en fonction des profils de lecture (les dyslexies dites phonologiques, les dyslexies de surface et les dyslexies mixtes) ne semblent d'ailleurs pas définir des groupes d'enfants qui présentent des déficits cognitifs différents. L'existence d'un déficit phonologique a été montrée aussi bien chez les enfants ayant un profil de dyslexie phonologique que chez ceux qui avaient un profil surface (Sprenger-Charolles et al., 2000). Classiquement, il est question de dyslexie phonologique lorsque l'enfant commet des erreurs en lecture de pseudo-mots ; sa voie phonologique est altérée et il ne peut utiliser aisément les règles de conversions graphèmes/phonèmes. A l'inverse, un enfant ayant des difficultés pour lire correctement les mots irréguliers sans les régulariser sera diagnostiqué dyslexique de surface. Sa voie lexicale est donc altérée et il utilise de ce fait sa voie phonologique pour lire, ce qui est très coûteux pour lui au niveau cognitif et attentionnel. Cependant, selon les auteurs, ces profils de lecture ne seraient pas stables dans le temps. En outre, la plupart des enfants ont plutôt un profil mixte : les voies phonologique et lexicale sont toutes deux altérées (Valdois et al., 2011).

Dans la suite de cette partie théorique, nous nous intéresserons donc plus particulièrement aux troubles cognitifs sous-jacents responsables de la dyslexie. Nous traiterons de la dyslexie associée à un trouble phonologique et de la dyslexie associée à un trouble de l'EVA.

1. Le niveau comportemental

Aucune étude de comorbidité n'a été menée à ce niveau, sur la base des sous-types de dyslexies définis en termes de troubles phonologique ou de l'EVA.

Au niveau comportemental, les difficultés en lecture des enfants sont difficilement attribuables à l'un ou l'autre des troubles cognitifs de la dyslexie. Nous constatons un déficit en lecture dans les deux cas. Toutefois, de récentes études commencent à apporter des informations à ce sujet, en contrastant les performances en lecture de deux groupes d'enfants dyslexiques : l'un constitué d'enfants ayant un trouble phonologique et l'autre d'enfants ayant un trouble de l'EVA (Zoubrinetzky et al., 2014). Par exemple, il ressort de l'étude que les confusions sourdes/sonores à l'écrit sont plus rares chez les enfants avec un trouble de l'EVA et beaucoup plus fréquentes chez les enfants ayant un trouble phonologique. Cependant, les relations entre les déficits cognitifs retrouvés chez ces enfants et leur profil de lecture sont encore floues.

2. Le niveau cognitif

Au niveau cognitif, il existe actuellement au moins quatre cas de figure. Un enfant dyslexique peut présenter :

- Un trouble phonologique
- Un trouble de l'empan visuo-attentionnel
- Les deux troubles
- Aucun des deux troubles

En effet, les recherches actuelles ont mis en évidence uniquement deux troubles cognitifs pouvant être responsables du trouble dyslexique. Dès lors, il est possible que d'autres troubles cognitifs existent mais n'aient pas encore été découverts.

a) La dyslexie associée à un trouble phonologique

Un grand nombre d'études ont conforté l'hypothèse qu'un trouble phonologique serait responsable de la dyslexie développementale. Plusieurs ont d'ailleurs affirmé qu'il en était l'unique cause (Vellutino et al., 2004).

Le modèle ACV 98 postule que le trouble phonologique affecte l'établissement de traces sub-lexicales (Valdois, Bosse et Tainturier, 2004). En cause, des difficultés de maintien de cette information en mémoire temporaire, ce qui altérerait l'utilisation du mode de lecture analytique. La conséquence directe de ce trouble est que l'enfant éprouvera de grandes difficultés pour lire des pseudo-mots. Cependant, si nous admettons que le déchiffrement correct des mots nouveaux est indispensable à la mémorisation de leur séquence orthographique en mémoire, alors le déficit doit également altérer la lecture des mots réguliers et des mots irréguliers à cause du manque de connaissances lexicales nécessaires pour une lecture fluide. Par ricochet, le stock orthographique de ces enfants est souvent faible.

Au niveau cognitif, un trouble phonologique se traduit par des difficultés dans les épreuves de manipulation des phonèmes telles que les épreuves d'omission de phonème, de décomposition phonémique, les contrepèteries ou encore les acronymes.

Les compétences des enfants dyslexiques sur ces épreuves ont été prises en compte dans ce mémoire afin de conclure à la présence ou à l'absence de trouble phonologique chez eux.

b) La dyslexie associée à un trouble de l'EVA

En lecture, l'empan visuo-attentionnel correspond au nombre de lettres pouvant être traitées simultanément dans la séquence du mot (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007). Ainsi, la fenêtre visuo-attentionnelle joue un rôle primordial non seulement dans l'apprentissage de la lecture mais également en lecture experte (Valdois, Bosse et Tainturier, 2004).

En se basant sur le modèle ACV 98, nous comprenons que le trouble visuo-attentionnel va empêcher l'enfant d'utiliser la procédure globale de lecture. Cela va engendrer une réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle et ainsi empêcher la génération de traces-mots. Le mode analytique va donc être activé et la fenêtre va se calibrer sur quelques lettres. Ainsi, l'enfant ne pourra pas lire convenablement un mot irrégulier comme hiver, femme ou monsieur puisque cela nécessite de traiter la séquence du mot dans son ensemble, et donc une fenêtre visuo-attentionnelle suffisamment large pour englober l'ensemble des lettres qui composent le mot. De ce fait, une réduction de la taille de cette fenêtre va prioritairement impacter la lecture des mots irréguliers. Cependant, nous avons aussi besoin d'une fenêtre visuo-attentionnelle relativement large pour traiter les syllabes ou les graphèmes longs lors du traitement analytique. Là encore, le trouble peut s'étendre aux mots réguliers et aux pseudo-mots.

Un trouble sévère de l'EVA empêche de mémoriser la forme orthographique des mots. Les connaissances orthographiques sont donc pauvres, voire très pauvres dans le cas d'une dyslexie développementale avec trouble de l'EVA. Ce trouble est diagnostiqué lorsque les épreuves de report global et partiel de lettres sont échouées (Valdois, Guinet et Embs, 2014). Ces épreuves seront présentées plus loin dans le mémoire (cf. partie expérimentale). Elles ont été utilisées pour poser un diagnostic de trouble de l'EVA chez les enfants dyslexiques de notre échantillon.

L'hypothèse de trouble de l'EVA n'a que très marginalement abordé la question de comorbidité entre les troubles dyslexiques et dysgraphiques. Une étude de cas (Valdois et al., 2011) a permis cependant de montrer qu'un enfant, avec un profil de lecture mixte (voies phonologique et lexicales altérées) dans un contexte de trouble de l'EVA, présentait un trouble de l'écriture assez prégnant : écriture désorganisée, avec des lettres qui montent et descendent de part et d'autre de la ligne, de nombreuses ratures, des télescopages (espacements irréguliers entre les lettres pouvant conduire à des collisions au sein du mot), etc. Ce trouble d'écriture a été retrouvé dans toutes les tâches d'écriture proposées à l'enfant.

3. Niveau neurobiologique

Au niveau neurobiologique, des études ont révélé des dysfonctionnements différents selon le trouble cognitif sous-jacent à la dyslexie. Un dysfonctionnement des régions périsylviennes gauches a été repéré chez des patients porteurs de troubles phonologiques objectivés indépendamment de leur profil de lecture (Simos et al., 2002). Par ailleurs, des études portant sur des dyslexiques avec trouble isolé de l'EVA ont montré un dysfonctionnement des lobules pariétaux supérieurs (Peyrin et al., 2011).

Une étude de Peyrin et al (2012) s'est intéressée aux activations cérébrales de deux jeunes adultes aux profils cognitifs différents : la première (LL) présentait un trouble phonologique avec préservation des capacités d'empan visuo-attentionnel ; le deuxième (FG) présentait un trouble de l'empan visuo-attentionnel avec préservation des capacités phonologiques. L'utilisation de l'IRM a permis d'objectiver deux profils d'activations cérébrales différents. LL présentait une sous-activation des régions périsylviennes gauches lors d'une tâche de traitement phonologique (rime) tandis que ces régions étaient normalement activées chez FG. A l'inverse, FG présentait une sous-activation bilatérale des lobules pariétaux supérieurs lors d'une tâche d'empan visuo-attentionnel, normalement activés chez LL. Cette dissociation au niveau neurobiologique conforte donc l'hypothèse de l'existence de ces deux formes de dyslexies développementales.

Sous-types de dyslexies	Niveau comportemental	Niveau cognitif	Niveau neurobiologique
Dyslexie phonologique	Trouble de la lecture	Trouble phonologique	Sous-activation des régions périsylviennes gauches (gyrus frontal inférieur, lobule pariétal inférieur et gyrus temporal supérieur)
Dyslexie avec trouble de l'EVA	Trouble de la lecture	Trouble de l'EVA	Sous-activation bilatérale des lobules pariétaux supérieurs

Tableau 1 : Description des trois niveaux relatifs aux deux sous-types de dyslexies.

III. PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Dans cette étude, nous nous intéressons au lien de comorbidité entre la dyslexie et la dysgraphie. La revue de littérature nous amène à nous concentrer exclusivement sur les deux théories explicatives de la dyslexie, qui permettent de faire des hypothèses quant au lien de comorbidité entre dyslexie et dysgraphie :

- la théorie cérébelleuse, qui inclut la théorie phonologique, (Nicolson et Fawcett, 2007, 2011) défend l'idée que les troubles dyslexiques et dysgraphiques résulteraient d'un dysfonctionnement des boucles cortico-cérébelleuses intervenant dans le système d'apprentissage procédural et donc d'un problème d'automatisme.
- la théorie de l'empan visuo-attentionnel propose que la comorbidité entre la dyslexie et la dysgraphie serait due à un mauvais contrôle visuel de l'exécution motrice.

L'existence de sous-types cognitivement distincts de dyslexies nous conduira à réévaluer la prévalence de l'association dyslexie-dysgraphie (analyse quantitative) selon la nature du trouble cognitif sous-jacent.

L'ensemble des données théoriques énoncées précédemment nous amène à poser les hypothèses suivantes :

HYPOTHESE THEORIQUE :

La revue de littérature nous permet de penser que la dysgraphie pourrait accompagner à la fois les dyslexies par trouble phonologique et les dyslexies par trouble de l'EVA.

Il faut cependant noter que la théorie cérébelleuse suggère l'existence d'une cooccurrence quasi systématique entre trouble phonologique et trouble du graphisme étant donnée l'origine commune supposée des deux troubles. Ceci n'est pas le cas de la théorie de l'EVA. Certains résultats publiés témoignent de dysgraphie dans ce contexte (Valdois et al., 2011). Il a également été démontré que le trouble de l'empan visuo-attentionnel s'accompagne de difficultés en copie (Bosse, Kandel, Prado et Valdois, 2014). Les troubles du graphisme pourraient donc également être aggravés dans cette condition chez les enfants avec trouble de l'EVA.

HYPOTHESES EXPERIMENTALES :

Hypothèse 1 : En référence à la théorie cérébelleuse, nous faisons l'hypothèse que les troubles du graphisme pourraient être plus fréquemment associés au trouble phonologique qu'au trouble de l'EVA.

Afin de répondre à cette question nous devons contrôler l'existence de troubles dyspraxiques ou TDA/H. L'hypothèse devra être vérifiée indépendamment de la fréquence de ces autres troubles associés.

Hypothèse 2 : Nous nous attendons à ce que les aspects qualitatifs de la dysgraphie soient différents selon le trouble cognitif sous-jacent à la dyslexie (phonologique ou de l'empan visuo-attentionnel), l'origine supposée de ces deux troubles étant différente. Pour ce faire, nous effectuerons une analyse qualitative des données du BHK.

A notre connaissance, aucune étude à ce jour ne s'est encore intéressée à la comorbidité qui pourrait exister entre dysgraphie et dyslexie en tenant compte des troubles cognitifs sous-jacents au trouble dyslexique.

PARTIE
EXPERIMENTALE

I. LA PROCEDURE

Afin de bénéficier d'un corpus suffisamment large pour aborder les questions de comorbidité, notre étude s'est basée sur l'analyse des dossiers d'enfants dyslexiques ayant consulté au Centre Référent des Troubles du Langage et des Apprentissage (CRTLA) du CHU de Grenoble. Depuis 2001, le CRTLA utilise de façon routinière une batterie d'épreuves phonologiques et les épreuves de report de lettres permettant d'établir l'existence de troubles phonologiques ou de l'empan visuo-attentionnel chez les enfants dyslexiques. Les comptes-rendus de bilan de chaque patient sont informatisés, avec le détail des épreuves.

L'équipe du CRTLA utilise un code de lettres pour classer les différents diagnostics.

A. Sélection des dossiers

Nous avons initialement eu accès à l'ensemble des dossiers archivés depuis l'ouverture du centre. Nous ne pouvons en déterminer le nombre exact puisqu'il existe plusieurs fichiers pour un même patient. A titre indicatif, nous avons consulté environ 730 dossiers dans le cadre de cette étude.

1. Aspects éthiques

Nous avons sélectionné et attribué un numéro d'anonymat à tous les dossiers qui nous intéressaient pour notre analyse avant de pouvoir en utiliser les données. Les renseignements administratifs ont été effacés. Une clause de confidentialité « clinique » a été signée dans le cadre de la convention de stage avec le centre référent du CHU et le CNRS.

2. Critères d'exclusion

Pour notre étude, nous avons exclu les dossiers de patients ayant un trouble spécifique du langage oral en plus d'une dyslexie développementale.

La dyslexie et la dysphasie sont des pathologies différentes : la dyslexie se définit comme un trouble de l'apprentissage de la lecture, et la dysphasie comme un trouble du développement du langage oral. La dysphasie précède le début d'apprentissage de la lecture et peut donc avoir un impact non négligeable sur cet apprentissage. Ce sont des pathologies a priori différentes, même si elles peuvent partager certains symptômes (Bishop et Snowling, 2004).

De plus, le but principal de notre étude n'était pas d'étudier la comorbidité de la dyslexie de façon générale, mais bien d'étudier les relations entre la dysgraphie et les types de dyslexies uniquement. Pour cela, nous nous sommes référée à la théorie cérébelleuse, qui est une des théories explicatives de la dyslexie, et la théorie de l'EVA, qui exclut toute dimension de trouble du langage oral. Dès lors, il n'était pas justifié de prendre en compte les dossiers des enfants dysphasiques dans cette étude, même s'ils présentaient un trouble associé de l'apprentissage de la lecture. Par contre, nous avons dû tenir compte d'autres troubles comme la dyspraxie et le TDA/H à cause de leur association fréquente avec la dysgraphie.

Nous avons également exclu les patients de plus de 13 ans, certains des tests utilisés pour l'étude étant étalonnés uniquement jusqu'au CM2. En outre, à partir d'un certain âge, nous pensons que les enfants dyslexiques ont pu développer des stratégies de compensation pouvant être assez efficaces.

3. Critères d'inclusion

Nous recherchions des dossiers de patients diagnostiqués dyslexiques prioritairement. Il fallait que dans ces bilans figure un diagnostic clair de dyslexie et non un retard dans l'acquisition du langage écrit. Nous avons conservé dans un premier temps tous les dossiers avec au moins un diagnostic de dyslexie posé.

4. Analyse globale

Comme nous l'avons expliqué dans le premier chapitre, le trouble dyslexique est souvent associé à d'autres troubles DYS (dysorthographe, dysgraphie, etc.), attentionnels comme les TDA/H ou encore les troubles spécifiques du langage oral.

Nous avons retenu 226 dossiers qui comportaient au moins un diagnostic de dyslexie. Nous avons ensuite répertorié les troubles associés à la dyslexie de chaque enfant lorsqu'il y en avait, afin d'en tenir compte lors de nos analyses. Nous rappelons que la comorbidité qui nous intéresse plus particulièrement ici est la dyslexie associée à une dysgraphie. Nous tenterons donc de déterminer la proportion d'enfants dysgraphiques au sein de notre échantillon.

5. Analyse détaillée

Notre objectif était plus spécifiquement d'étudier l'association entre trouble dysgraphique et dyslexique selon le type de déficit cognitif associé. Or, nous nous sommes rendu compte que les dossiers sélectionnés ne comportaient pas toutes les

informations dont nous avons besoin concernant le diagnostic des troubles cognitifs sous-jacents à la dyslexie de l'enfant. Nous avons donc gardé uniquement les dossiers de patients où les troubles cognitifs avaient pu être diagnostiqués par le biais d'épreuves spécifiques lors de l'évaluation conduite au CRTLA. Dans certains cas, les troubles avaient été diagnostiqués indépendamment par les professionnels libéraux, si bien que les tests utilisés différaient selon les dossiers et les résultats chiffrés n'étaient pas toujours disponibles.

De plus, nous avons également décidé de supprimer les dossiers antérieurs à 2005, date à laquelle le BHK a commencé à être utilisé en France, afin de ne pas biaiser les résultats par rapport à l'absence de diagnostic de dysgraphie avec des données étalonnées.

Devant le peu de dossiers d'enfants présentant une dyslexie avec un trouble phonologique, nous avons dû faire une nouvelle recherche dans les archives du CRTLA, en se focalisant uniquement sur la présence d'un trouble phonologique. Nous avons ainsi pu inclure 16 nouveaux dossiers dans notre étude.

Au final, pour l'analyse détaillée de la dysgraphie en contexte dyslexique, nous avons retenu 120 dossiers de patients dyslexiques. Ces enfants sont âgés de 8 ans 2 mois à 13 ans. Nous retrouvons 28 filles et 92 garçons.

Déroulement des recherches	Nombre d'enfants répondant aux critères
Sélection1 : dossiers avec diagnostic de dyslexie	226
Suppression des dossiers incomplets ou antérieurs à 2005	-122
Ajout de dossiers	+16
Total Sélection2	120

B. Création du tableau récapitulatif

A partir des données figurant dans les bilans orthophoniques et neuropsychologiques, nous avons créé un tableau Excel relatant tous les renseignements qui nous intéressaient pour notre étude statistique.

1. Les informations pertinentes

Nous avons répertorié pour chaque dossier les informations suivantes :

- l'**âge développemental** de l'enfant au moment du bilan orthophonique et/ou neuropsychologique. Nous rappelons que nous avons choisi de sélectionner des enfants dont l'âge était compris entre 8 ans et 13 ans. Avant l'âge de 8 ans, le diagnostic de dyslexie ne peut être posé puisque les mécanismes d'apprentissages du langage écrit se mettent en place.

- le **genre de l'enfant** : nous verrons par la suite que les étalonnages diffèrent entre les filles et les garçons, notamment pour les épreuves de reports global et partiel et le BHK.

- la **classe de l'enfant** au moment du bilan, afin de le comparer aux enfants de même classe d'âge. Nous avons donc tenu compte des redoublements de classe lors de la scolarité et comparé ces enfants à la classe où ils auraient dû être (par rapport à leur âge), notamment pour les épreuves évaluant l'enfant sur le plan cognitif.

- la **langue maternelle** et présence ou non d'un bilinguisme.

- les scores chiffrés du **QI** quand ils étaient inscrits dans le bilan, ou l'intitulé : « compétences intellectuelles dans la moyenne des enfants de son âge ». Nous rappelons que d'une part, le QI total de l'enfant doit être supérieur à 70 pour poser un diagnostic de dyslexie ; et que d'autre part, un QI très supérieur à la moyenne nous renseignerait sur une éventuelle précocité intellectuelle qui pourrait masquer les troubles dyslexiques au niveau comportemental.

- la **latéralité** des enfants dyslexiques et dysgraphiques.

- le **diagnostic précis** de l'enfant : présence d'une dyslexie (avec le ou les troubles cognitifs sous-jacents) isolée ou associée à d'autres troubles.

2. Les tests sélectionnés

a) Lecture

Pour montrer la présence effective d'une dyslexie, nous avons relevé pour chaque dossier, les z-scores – qui représentent l'écart à la moyenne de l'enfant pour

chaque épreuve – obtenus aux tests utilisés en clinique pour diagnostiquer un trouble de l'identification du mot écrit.

(1) ALOUETTE

L'Alouette (Lefavrais, 1965) est un test évaluant l'identification du mot écrit. Il se compose d'un texte n'ayant pas de sens. L'enfant lit le texte et est arrêté au bout de trois minutes s'il n'a pas terminé. Cette épreuve de lecture permet d'obtenir l'âge de lecture de l'enfant. En clinique, lorsqu'un enfant obtient une différence de plus de 18 mois entre son âge développemental et son âge de lecture, nous pouvons suspecter une dyslexie. Les résultats obtenus aux autres épreuves du bilan orthophonique viendront confirmer ou non cette hypothèse.

(2) LECTURE DE MOTS ET PSEUDO-MOTS DE LA BALE

Les épreuves de lecture de mots de la BALE (Jacquier-Roux et al., 2010) permettent de préciser le profil de lecture de l'enfant :

○ *Lecture de mots réguliers fréquents et moins fréquents*

Cette épreuve se compose de deux listes : une liste de vingt mots réguliers de haute fréquence et une liste de vingt mots réguliers de basse fréquence. La lecture est chronométrée et le temps mis pour lire est autant à prendre en compte que le score (nombre de mots lus correctement).

○ *Lecture de mots irréguliers fréquents et moins fréquents*

Comme pour les mots réguliers, nous retrouvons deux listes de vingt mots plus ou moins fréquents. Cette épreuve nous renseigne sur l'efficacité de la voie d'adressage de l'enfant.

○ *Lecture de pseudo-mots*

Cette épreuve requiert la lecture de vingt pseudo-mots et nous renseigne sur l'efficacité de la voie phonologique cette fois-ci.

b) Orthographe

Les épreuves évaluant l'orthographe vont nous renseigner sur la présence ou non d'une dysorthographe associée à la dyslexie de l'enfant.

(1) DICTÉE DES 66 MOTS

Cette dictée est composée de 22 mots consistants (ex : tribune), 22 mots inconsistants (ex : faucon) et 22 mots très inconsistants (ex : monsieur), (Martinet et Valdois, 1999). Elle sert à évaluer les connaissances orthographiques lexicales de l'enfant.

(2) DICTÉE DE PSEUDO-MOTS DE LA BALE : BI ET TRISYLLABIQUES

La dictée de pseudo-mots est composée de deux listes de 10 mots : une liste de pseudo-mots bisyllabiques et une liste de pseudo-mots trisyllabiques (Jacquier-Roux et al., 2010).

c) Ecriture

Le BHK est le test le plus souvent utilisé pour estimer les compétences graphiques des enfants et poser un diagnostic de dysgraphie. Il reste le test le plus utilisé au CRTLA du CHU de Grenoble, c'est pourquoi nous l'avons retenu dans le cadre de ce mémoire.

(1) BHK

Le BHK (version française par Charles, Soppelsa et Albaret 2004), consiste en une copie de texte pendant cinq minutes sur une feuille blanche. Ce test évalue la qualité graphique à partir de 13 items :

- Critère 1 : écriture grande
- Critère 2 : inclinaison de la marge vers la droite
- Critère 3 : lignes non planes
- Critère 4 : mots serrés
- Critère 5 : écriture chaotique (écriture manquant de fluidité : liens entre les lettres trop longs, présence de beaucoup d'angles aigus dans l'écriture, etc.)
- Critère 6 : liens interrompus entre les lettres
- Critère 7 : télescopages (espace trop petit entre les lettres qui vont se chevaucher)
- Critère 8 : variation dans les hauteurs des lettres troncs (les lettres troncs sont les lettres qui n'ont ni hampe, ni jambage, ex : a, c, e, i, m, n, etc.)
- Critère 9 : hauteur relative incorrecte des différentes sortes de lettres (lettres troncs aussi grandes que les lettres non troncs : b, d, f, etc.)
- Critère 10 : distorsion des lettres (lettres dont les formes ne correspondent pas à celles de l'alphabet)
- Critère 11 : formes de lettres ambiguës (lettres pouvant être mal interprétées)
- Critère 12 : lettres retouchées
- Critère 13 : hésitations et tremblements

Le score global est calculé en additionnant le score obtenu pour chacun des 13 critères. La vitesse de production écrite est calculée à partir du nombre de caractères écrits durant les cinq minutes de passation. Le score total ainsi que la vitesse d'écriture sont étalonnés et conduisent à poser le diagnostic de dysgraphie. Ce test a

été étalonné en fonction du sexe (filles/garçons), du niveau d'apprentissage (du CP jusqu'au CM2) et également en fonction de l'âge (de 6 à 11 ans).

Pour certains dossiers informatisés, les lignes du tableau du détail du BHK étaient décalées. Nous nous sommes donc rendue au CRTLA de Grenoble afin de retrouver les données sur les comptes-rendus « papier », conservés dans les archives et avons effectué les corrections nécessaires.

d) Evaluation des capacités cognitives sous-jacentes

(1) EPREUVES METAPHONOLOGIQUES

Pour diagnostiquer un trouble phonologique chez l'enfant, les orthophonistes du CRTLA utilisent les épreuves d'omission de phonème initial, de segmentation phonémique et de contrepèteries tirées de Bosse et Valdois (2009). L'épreuve d'acronymes tirée de la BELEC est aussi administrée à l'enfant (Mousty et Leybaert, 1999).

Nous avons calculé la moyenne des z-scores sur les épreuves métaphonologiques réalisées afin de déterminer la présence ou non d'un trouble phonologique chez l'enfant. Les critères utilisés pour parler de trouble phonologique varient selon les études. Le critère de score se situant en-deçà de 2 écarts-types ($z < -2$), souvent recommandé, revient à ne reconnaître que les enfants dont le trouble est extrêmement sévère et se situe parmi les 2.5% des scores les plus faibles de la population générale. La sévérité de ce seuil conduit les chercheurs à utiliser fréquemment des critères moins extrêmes. De plus, tous les enfants retenus dans notre échantillon ont été/sont suivis en orthophonie. Nous avons donc considéré que la plupart d'entre eux étaient « entraînés » aux épreuves phonologiques.

La présence de trouble phonologique a donc été considérée si l'enfant obtenait un z-score inférieur à -1,5 à au moins une épreuve, même si la moyenne des épreuves était supérieure à -1,5. Malheureusement, nous ne disposons d'aucune norme au niveau du temps.

Les épreuves de la L2MA sont également utilisées dans certains dossiers. Nous avons retenu les mêmes critères que ci-dessus quant à la présence d'un trouble phonologique.

(2) EPREUVES DE REPORT GLOBAL ET PARTIEL

Depuis plusieurs années, les épreuves de report global et partiel de lettres sont systématiquement administrées aux enfants venant consulter au CRTLA de Grenoble. Elles permettent de diagnostiquer un trouble de l'empan visuo-attentionnel (Valdois, sous presse). Ces deux épreuves consistent à présenter brièvement (200ms)

sur écran d'ordinateur, des séquences aléatoires de cinq consonnes (ex : F T D M H). Pendant la tâche de report global, l'enfant doit dénommer l'ensemble des lettres qu'il a identifiées immédiatement après leur disparition de l'écran. Lors de la tâche de report partiel, après disparition de la séquence de lettres, une barre verticale apparaît sur l'écran pendant 50 ms et indique à l'enfant la position de la lettre qu'il doit rappeler. Comme pour le trouble phonologique, nous avons estimé la présence d'un trouble visuo-attentionnel pour un z-score inférieur à -1,5 à au moins une des deux épreuves.

Un tableau récapitulatif des scores obtenus pour ces épreuves figure dans les annexes (cf. annexes 1 à 3, p.69). Nous avons classé les enfants en groupes, selon le déficit cognitif associé à leur dyslexie.

3. Vérification des données

Toutes les données utilisées dans ce mémoire ont été vérifiées. Certaines incohérences nous ont amené à recalculer des z-scores, ce qui nous a demandé un certain temps. De plus, pour les épreuves de report global et partiel, les z-scores ont été recalculés sur la base d'étalonnages plus récents afin de comparer strictement chaque enfant aux enfants d'âge similaire. Ces épreuves ont été ré-étalonnées plus récemment avec des normes allant jusqu'au collège. Toutefois, les patients de niveau 6^e ou 5^e ont été comparés à la classe de CM2 puisque les nouveaux étalonnages de ces classes ont été obtenus avec des épreuves de report de 6 lettres, et non 5 comme dans les dossiers dont nous disposions.

4. Analyse statistique

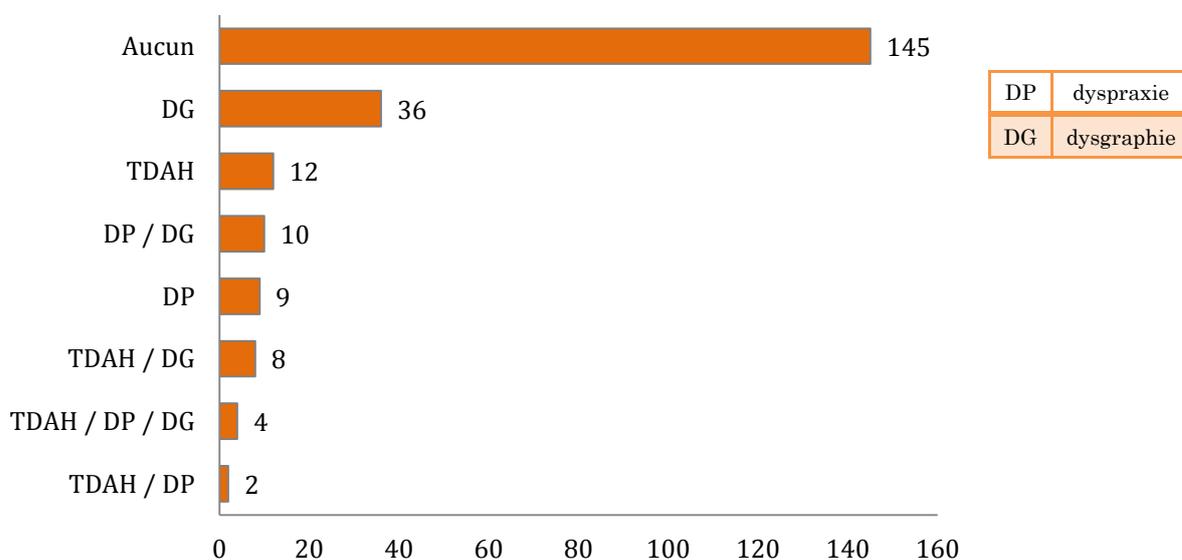
Dans notre étude, nous avons utilisé des tests statistiques (Khi deux et ANOVA) via le logiciel Statistica, afin de vérifier la significativité des résultats obtenus entre les groupes d'enfants. Par convention, nous rappelons que la valeur p doit être inférieure à 5% pour que les résultats soient significatifs. Si cette condition est remplie, cela signifie que les résultats de l'étude nous permettront de conclure sur la validité de l'hypothèse émise.

PRESENTATION ET
ANALYSE DES
RESULTATS

I. FREQUENCE DE L'ASSOCIATION DYSLEXIE-DYSGRAPHIE

A. Analyse globale

Pour cette première analyse quantitative globale, nous rappelons que notre échantillon est composé de 226 dossiers archivés au CRTLA du CHU de Grenoble. Dans un premier temps, nous avons réalisé une analyse sans tenir compte des déficits sous-jacents à la dyslexie. Nous nous sommes uniquement intéressée à la proportion d'enfants dyslexiques et dysgraphiques sur un échantillon important d'enfants, tout en contrôlant certains troubles fréquemment associés au trouble dysgraphique.



Graphique 1 : Troubles rencontrés sur les 226 dossiers

Sur les 226 enfants dyslexiques de notre échantillon, nous en relevons 58 également dysgraphiques. Ainsi, la proportion d'enfants dyslexiques et dysgraphiques dans notre étude est de l'ordre de **26%**. Parmi ces 26%, 62% (36/58) présentent une dysgraphie isolée. Certains enfants présentent donc un ou plusieurs autres troubles associés.

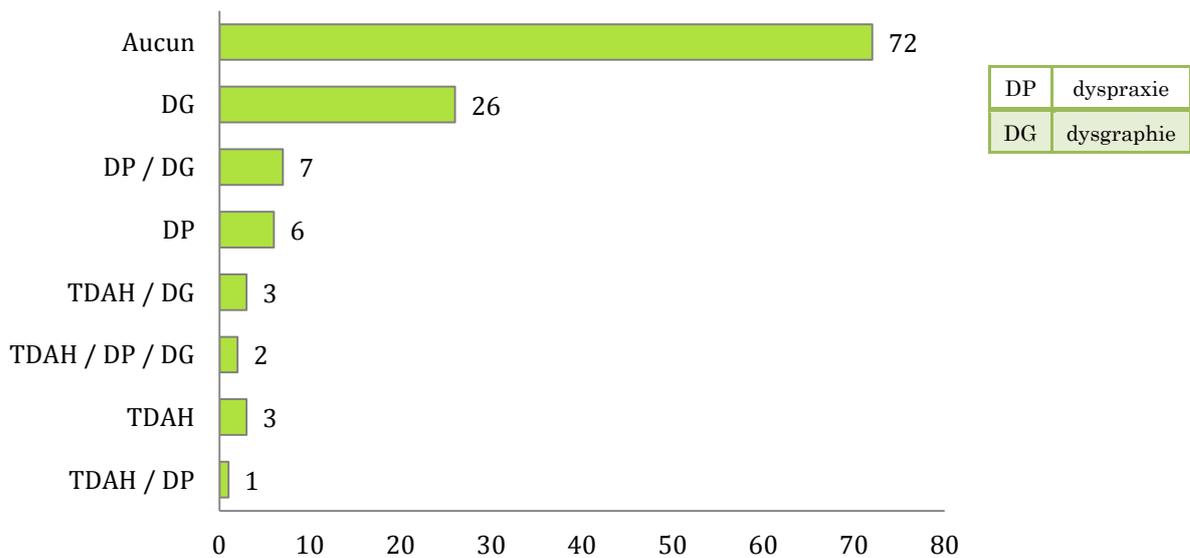
Toutefois, nous avons été étonnée de constater que tous les enfants dyspraxiques n'avaient pas été diagnostiqués dysgraphiques : sur 25 enfants présentant une dyspraxie, seuls 14 d'entre eux auraient une dysgraphie. Cette observation nous a surpris car il est en général admis que les enfants dyspraxiques présentent le plus souvent une dysgraphie associée (Inserm, 2007). La raison pour laquelle une proportion importante d'enfants dyspraxiques ne soit pas diagnostiquée dysgraphique dans notre échantillon s'explique par le fait que les bilans d'ergothérapie, notamment le BHK, n'ont pas pu être pratiqués dans leur intégralité, ou sont en attente. Pour cette raison, le diagnostic ne figure pas toujours dans les dossiers. Dès lors, les

informations que nous pouvons récolter de ce tableau doivent être analysées avec précaution.

B. Analyse détaillée

Par manque de données relatives aux déficits cognitifs sous-jacents à la dyslexie, nous avons dû supprimer des dossiers pour notre deuxième étude (122 dossiers supprimés). Dès lors, notre seconde analyse se base sur 120 dossiers d'enfants dyslexiques dont nous connaissons le ou les troubles cognitifs. Nous rappelons que parmi ces 120 enfants, 104 faisaient initialement partie de notre premier groupe d'analyse (de 226 enfants). Après suppression des dossiers incomplets, nous avons constaté qu'il nous restait un nombre trop faible d'enfants dyslexiques avec un trouble phonologique associé. Nous avons donc réalisé une nouvelle recherche, cette fois-ci sélective, afin de compléter notre échantillon. 16 dossiers ont donc été rajoutés aux 104 que nous détenions.

Nous avons également étudié la proportion d'enfants dyslexiques et dysgraphiques sur ces 120 dossiers, afin de la comparer à celle de notre première analyse plus globale.



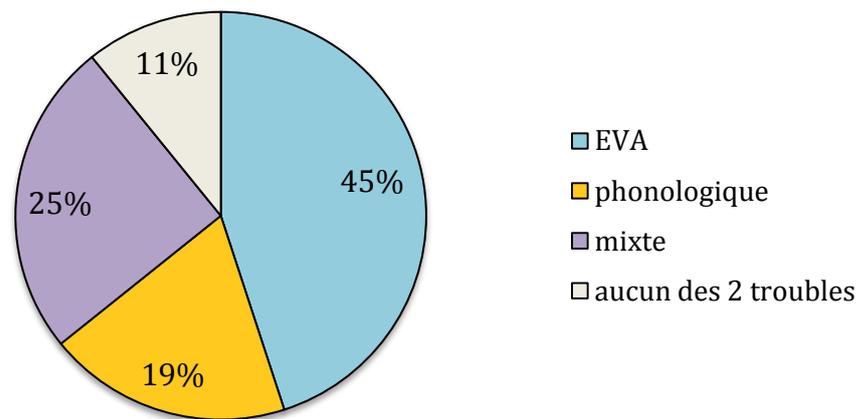
Graphique 2 : Troubles rencontrés sur les 120 dossiers

Pour cette seconde étude, la proportion d'enfants dyslexiques et dysgraphiques est de l'ordre de **32%** (38/120). Le fait d'avoir dû éliminer certains dossiers incomplets a donc quelque peu modifié la proportion de dyslexiques-dysgraphiques de l'échantillon. Sur ces 32%, 68% (26/38) présentent une dysgraphie isolée.

II. ANALYSE QUANTITATIVE DES TROUBLES COGNITIFS SOUS-JACENTS A LA DYSLEXIE

A. Origine de la dyslexie dans notre population

Nous avons pu déterminer le ou les déficits cognitifs sous-jacents à la dyslexie de chacun des 120 enfants de notre échantillon, à partir de leurs résultats obtenus aux épreuves métaphonologiques et de reports global/partiel de lettres.



Graphique 3 : Fréquence des troubles cognitifs de la dyslexie sur les 120 enfants

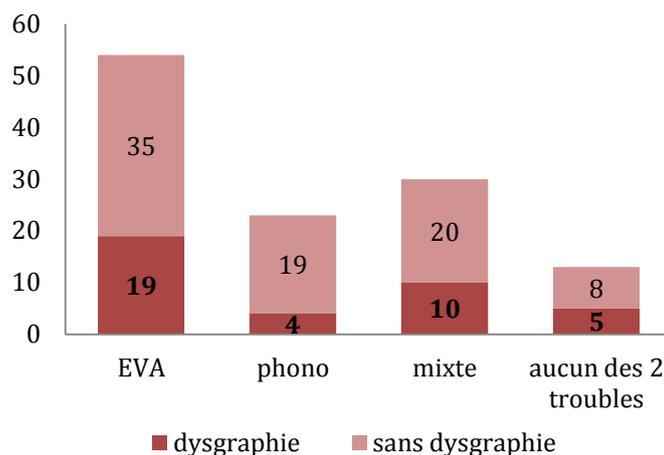
Dans notre échantillon de 120 enfants, nous retrouvons :

- 54 enfants avec un trouble de l'empan visuo-attentionnel (45%)
- 23 enfants ayant un trouble phonologique (19%)
- 30 enfants présentant à la fois un trouble phonologique et un trouble de l'empan visuo-attentionnel (25%)
- 13 enfants sans trouble cognitif identifié associé à leur dyslexie (11%)

B. Répartition des troubles cognitifs chez les enfants dysgraphiques

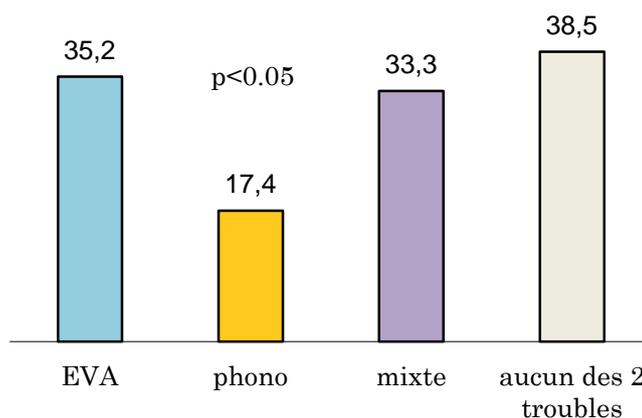
Nous avons utilisé un test statistique (Khi deux) pour comparer entre elles les valeurs obtenues pour chaque groupe et déterminer si elles étaient significativement différentes.

Le graphique 4 ci-dessous illustre la présence ou non d'une dysgraphie en fonction de chaque sous-type de dyslexie dans notre échantillon de 120 enfants.



Graphique 4 : Présence ou absence de dysgraphie selon les sous-types de dyslexies sur 120 enfants.

Nous retrouvons 19 enfants dysgraphiques sur les 54 enfants dyslexiques avec un trouble de l'EVA isolé et 4 enfants dysgraphiques sur les 23 ayant un trouble phonologique associé à leur dyslexie.



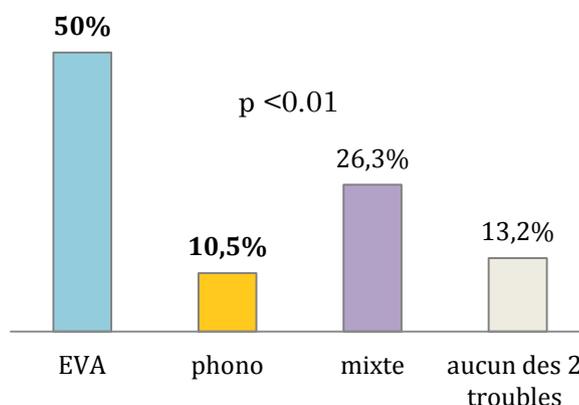
Graphique 5 : Pourcentage de dysgraphie associée selon les sous-types de dyslexies.

Nous observons d'après le graphique 5 que 35,2% des enfants ayant un trouble de l'EVA, et 17,4% des enfants ayant un trouble phonologique, sont également dysgraphiques. Nous constatons donc une différence notable entre ces deux proportions d'enfants dysgraphiques, puisque nous retrouvons **deux fois plus d'enfants dysgraphiques dans le groupe des enfants avec un trouble de l'EVA que dans le groupe des enfants ayant un trouble phonologique.**

Nous notons aussi la forte proportion d'enfants dysgraphiques sans trouble cognitif associé (38,5%). Nous avons quelques difficultés pour interpréter le fort pourcentage dans ce dernier groupe. Le fait de ne pas avoir suffisamment de recul actuellement sur la présence d'éventuels autres troubles cognitifs responsables de la

dyslexie ne nous permet pas d'interpréter ce résultat. En outre, l'objet de cette étude était de s'intéresser plus spécifiquement aux deux troubles cognitifs reconnus.

Pour compléter nos analyses, nous avons sélectionné cette fois-ci uniquement les 38 dossiers d'enfants dysgraphiques afin d'étudier la fréquence des troubles cognitifs retrouvée chez eux.



Graphique 6 : Répartition des 38 enfants dysgraphiques selon le sous-type de dyslexies.

Nous retrouvons donc sur les 38 enfants dysgraphiques :

- 19 enfants ayant un trouble de l'empan visuo-attentionnel (**50%**)
- 4 enfants ayant un trouble phonologique (**10.5%**)
- 10 enfants présentant les deux troubles (26.3%)
- 5 enfants ne présentant aucun des deux troubles (13.2%)

L'analyse statistique de ces résultats met en évidence une différence très significative entre les quatre groupes ($p < 0.01$). Nous pourrions donc exploiter ces résultats pour discuter de la validation ou non de notre première hypothèse.

Dans notre échantillon, nous observons donc **cinq fois plus** d'enfants dysgraphiques avec un trouble de l'EVA qu'avec un trouble phonologique.

III. ANALYSE QUALITATIVE DE L'ECRITURE DES ENFANTS DYSLEXIQUES ET DYSGRAPHIQUES

A. Analyse des commentaires au niveau de l'écriture des 38 enfants dysgraphiques

Nous avons relevé tous les commentaires des professionnels du CRTLA qui figuraient dans les bilans des enfants dysgraphiques au sujet de leur écriture. Nous souhaitons observer si des régularités apparaissaient dans les commentaires, en

fonction des sous-types de dyslexies. Ces annotations pouvaient concerner la qualité du graphisme, la préhension de l'outil scripteur, la posture de l'enfant au cours de l'écriture, etc. Cependant, nous pensons que ces commentaires ne sont pas exploitables dans notre étude étant donné leur forte variabilité. En effet ces commentaires ne suivent pas un « protocole d'observation » précis, ne sont pas relatifs aux mêmes épreuves pour tous les enfants et n'ont pas été rédigés par les mêmes examinateurs. Pour toutes ces raisons, nous avons décidé de ne pas les analyser dans notre mémoire, bien que ces observations soient très utiles pour la clinique et pour la mise en place d'aménagements scolaires.

B. Dossiers analysables selon les critères du BHK

Sur nos 38 enfants dysgraphiques, nous avons eu accès aux résultats et détails du BHK pour 27 d'entre eux. En effet, pour certains enfants, nous ne disposons pas de ces résultats pour diverses raisons : diagnostic réalisé en libéral peu avant la visite au CRTLA, utilisation d'un autre test ou dysgraphie trop sévère pour passer le test.

Notre échantillon se compose donc désormais uniquement de ces 27 enfants, dont 7 ont un ou plusieurs autres troubles associés. Le tableau ci-dessous présente la répartition de notre population.

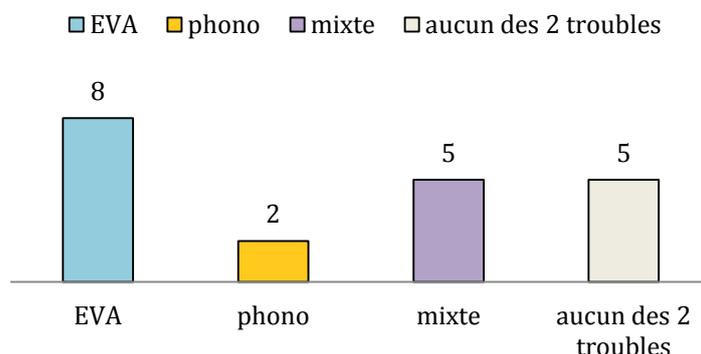
	Trouble phonologique	Trouble de l'EVA	Trouble mixte	Sans trouble cognitif
Dyspraxie	1	3	0	0
TDA/H	0	1	1	0
Dysp. et TDA/H	0	0	1	0
Aucun de ces deux troubles	2	8	5	5

Tableau 2 : Répartition des 27 enfants dysgraphiques selon les déficits cognitifs et la présence ou absence de dyspraxie/TDAH.

Pour l'analyse des scores obtenus aux 13 items du BHK nous allons exclure les enfants ayant des troubles associés en plus de leur dyslexie/dysgraphie, afin d'avoir une population d'enfants la plus homogène possible et de ne pas rajouter de paramètres que nous ne pourrions pas contrôler.

Désormais, notre échantillon sera basé sur 20 enfants dysgraphiques et dyslexiques pour l'analyse détaillée. Pour simplifier, nous parlerons en terme de groupes d'enfants : le groupe EVA (pour qualifier les enfants ayant un trouble de l'EVA), le groupe phonologique (pour qualifier les enfants ayant un trouble

phonologique), le groupe mixte (pour qualifier les enfants présentant les deux troubles) et le groupe sans trouble cognitif.



Graphique 7 : Nombre d'enfants dysgraphiques dans chaque sous-type de dyslexie sur les 20 enfants.

C. Analyse détaillée des résultats du BHK

Nous souhaitons analyser critère par critère les résultats du BHK obtenus par les enfants de chacun des quatre groupes. Cependant, le nombre d'enfants dans le groupe phonologique était beaucoup trop faible. Avec seulement deux enfants, nous ne pouvions pas analyser les treize critères indépendamment et les comparer aux autres enfants des autres groupes.

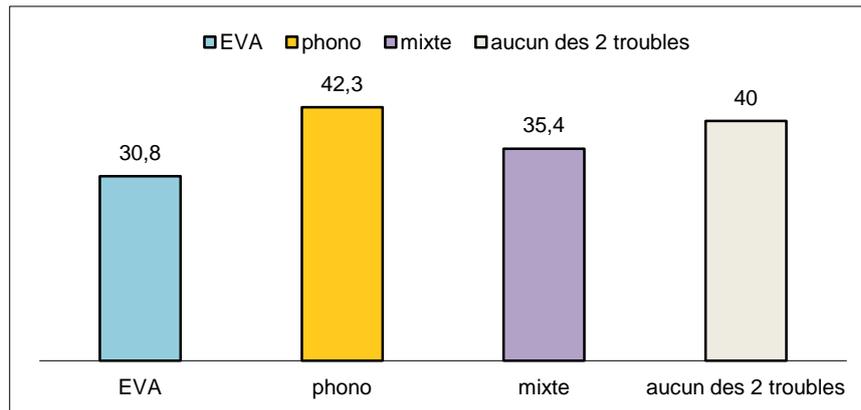
Dès lors, puisque nous voulions comparer les groupes entre eux, nous avons décidé de regrouper tous les critères et donc d'analyser les résultats du BHK plus globalement.

1. Critères significativement différents de la moyenne

Pour chaque enfant et dans chaque sous-type de dyslexie, nous avons relevé le nombre de z-scores inférieurs à -2 écarts-types ou supérieurs à 2 écarts-types.

	Nb d'items / Nb total
Trouble de l'EVA	32/104
Trouble phonologique	11/26
Trouble mixte	23/65
Aucun trouble sous-jacent à la dyslexie	26/65

Tableau 3 : Nombre d'items au BHK significativement différents de la moyenne, en fonction de chaque sous-type de dyslexie.



Graphique 8 : Pourcentages d'items différents de la moyenne.

Nous relevons 42.3% d'items différents de la norme pour le groupe phonologique, contre 30.8% pour le groupe EVA. Dans le groupe mixte, il y en a 35.4% et dans celui des enfants sans trouble cognitif avéré, 40%. Il est important de noter que ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs d'après le test Khi deux. Ils pourraient suggérer malgré tout une tendance. Les enfants présentant un trouble de l'EVA auraient moins de critères déficitaires au BHK par rapport aux autres groupes, et notamment celui des enfants ayant un trouble phonologique isolé. Cette remarque suggère que les troubles dysgraphiques en contexte de déficit de l'EVA seraient peut-être moins sévères qu'en contexte de trouble phonologique isolé, mixte ou sans déficit associé.

A titre indicatif, nous avons regroupé le nom des items où plus de la moitié des enfants de chaque groupe obtient un z-score significativement différent de la moyenne.

Groupe d'enfants dyslexiques	Nombre de critères les plus échoués au BHK	Noms des critères les plus échoués au BHK
Phonologique	4/13	Écriture chaotique, hauteur relative incorrecte, lettres retouchées et hésitations & tremblements
EVA	2/13	Écriture grande et formes de lettres ambiguës
Mixte	6/13	Écriture grande, lignes non planes, écriture chaotique, télescopages, lettres ambiguës et lettres retouchées

Tableau 4 : Nombres et noms des critères les plus échoués au BHK en fonction des groupes.

2. Moyenne des 13 items du BHK

Pour chaque enfant, nous avons calculé la moyenne des z-scores obtenus aux 13 critères du BHK. Nous avons ensuite fait la moyenne des enfants de chaque groupe.

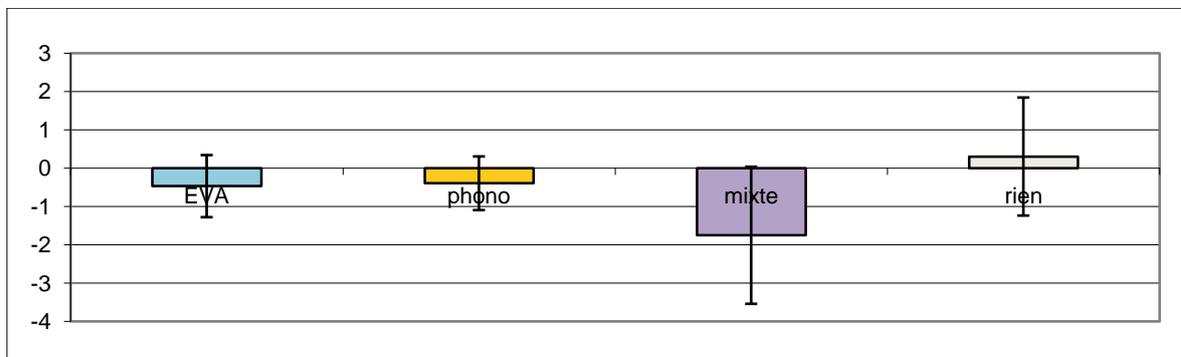
	Moyenne	SD
EVA	-1,359	2,5382
phonologique	-2,492	3,9752
mixte	-2,002	3,7677
rien	-2,009	3,6182

Tableau 5 : Z-scores moyens pour l'ensemble des critères du BHK

Nos résultats ne sont pas significatifs au test statistique ANOVA. Au vu des écarts-types figurant dans le tableau 5 ci-dessus, nous ne pouvons pas parler de tendance ici. La très grande variabilité de performance ne nous permet pas de conclure.

3. Vitesse de copie

La vitesse de copie, tout comme le score total obtenu au BHK, permet de poser un diagnostic de dysgraphie. Nous avons donc calculé la moyenne des z-scores correspondants pour chacun des quatre groupes concernant la vitesse.



Graphique 9 : Z-scores de la vitesse du BHK pour chaque sous-type de dyslexie

Ces résultats ne sont pas significatifs statistiquement parlant (ANOVA). Cependant, ils pourraient suggérer une tendance concernant les enfants ayant une dyslexie mixte. En effet, leur vitesse d'écriture lors de l'épreuve de copie du BHK apparaît plus lente que la moyenne des trois autres groupes.

Cependant, nous notons que la vitesse n'est pas le paramètre le plus affecté chez ces enfants puisqu'aucun groupe n'obtient de résultat pathologique. Les enfants présentant un trouble mixte semblent plus lents, peut-être en raison d'une importante surcharge cognitive.

DISCUSSION

L'objectif de ce mémoire était d'étudier les relations entre les troubles du graphisme et les troubles dyslexiques, en fonction du trouble cognitif sous-jacent à la dyslexie de chaque enfant de notre population.

Grâce à l'analyse des archives du CRTLA du CHU de Grenoble, nous avons pu obtenir des informations importantes qui vont nous permettre de valider ou d'invalider nos hypothèses initiales dans cette dernière section du mémoire.

I. ASSOCIATION DYSLEXIE-DYSGRAPHIE

Nous avons retrouvé 26% d'enfants dysgraphiques et dyslexiques dans notre échantillon de départ (226 dossiers) et 32% dans notre analyse détaillée, où nous connaissions les troubles cognitifs sous-jacents à la dyslexie de chacun des enfants. Ces pourcentages sont assez éloignés des données dont nous disposons dans la littérature : 56% (9/16) dans l'étude de Brun-Hénin et al. (2013) ; dans l'étude de Billard et collaborateurs (2006), la moitié des enfants ayant un trouble du langage écrit avaient aussi une dysgraphie (34/68) ; 15% (26/177) pour Michel Habib en 2003, (données publiées dans le rapport de l'Inserm, 2007).

Les différences de pourcentages pourraient s'expliquer du fait de différences méthodologiques entre les études, comme le nombre très différent d'enfants constituant chacun des échantillons cités ci-dessus, les différents critères d'inclusions/exclusions, ou encore les modalités de recrutement des populations de chaque étude (enfants recrutés dans des cabinets d'orthophonie en libéral, ou en centre de référence de CHU, etc.). Dans tous les cas, établir la prévalence des troubles nécessiterait une étude à grande échelle sans biais de recrutement.

II. RETOUR SUR LA PROBLEMATIQUE

Nous rappelons que notre hypothèse théorique était la suivante :

➔ *Nous postulons que la dysgraphie pourrait accompagner à la fois les dyslexies par trouble phonologique et les dyslexies par trouble de l'EVA.*

Nous avons également deux hypothèses expérimentales :

Hypothèse 1 : *Nous émettons l'hypothèse que les troubles du graphisme puissent être plus fréquemment associés au trouble phonologique qu'au trouble de l'EVA, en référence à la théorie cérébelleuse.*

Hypothèse 2 : *Nous proposons que les aspects qualitatifs de la dysgraphie soient différents selon le trouble cognitif sous-jacent à la dyslexie (phonologique ou de l'empan visuo-attentionnel), l'origine supposée de ces deux troubles étant différente.*

A. Hypothèses non validées

1. Hypothèse 1

D'après nos références théoriques, et plus particulièrement la théorie cérébelleuse, nous nous attendions à retrouver significativement plus de dyslexiques avec un trouble phonologique que de dyslexiques avec un trouble de l'EVA dans notre population d'enfants dysgraphiques. En effet, l'hypothèse cérébelleuse suggère l'existence d'une cooccurrence quasi systématique entre trouble phonologique et trouble du graphisme, étant donnée l'origine commune supposée de ces deux troubles. Toutefois, nous retrouvons 50% de troubles de l'EVA contre seulement 10,5% de troubles phonologiques dans notre échantillon de 38 enfants dyslexiques et dysgraphiques ($p < 0.01$). Nous rencontrons donc **cinq fois plus de dyslexies avec un trouble de l'EVA que de dyslexies avec un trouble phonologique** dans notre population d'enfants dysgraphiques.

Si nous nous référons maintenant à notre population des 120 enfants dyslexiques, nous retrouvons :

- 4 enfants dysgraphiques sur les 23 ayant un trouble phonologique isolé, ce qui représente 17,4% d'enfants dysgraphiques dans ce groupe
- 19 sur 54 pour les enfants ayant un trouble de l'EVA, ce qui correspond à 35% de dysgraphiques dans ce groupe

Cela signifie que dans notre échantillon, 17,4% des enfants ayant un trouble phonologique sont aussi dysgraphiques et que 35% des enfants ayant un trouble de l'EVA sont également dysgraphiques ($p < 0.05$). Nous retrouvons donc **deux fois plus d'enfants dysgraphiques dans le groupe des enfants ayant un trouble de l'EVA** que dans le groupe des enfants présentant un trouble phonologique.

Notre première hypothèse ne semble donc pas validée au regard de ces deux résultats complémentaires, puisque nous retrouvons plus de dysgraphies dans un contexte de trouble de l'empan visuo-attentionnel isolé, plutôt que phonologique.

Nous avons fait le choix de formuler nos hypothèses expérimentales à partir des données de la littérature dont nous disposons. Comme peu d'études se sont intéressées au lien de comorbidité entre la dyslexie et la dysgraphie à ce jour, nous

avons décidé de prendre comme modèle de référence la théorie cérébelleuse (Nicolson et Fawcett, 2007, 2011). Cependant, les résultats obtenus dans notre étude ne vont pas dans le sens de cette théorie. En effet, nous n'avons retrouvé que très peu de cas d'enfants dysgraphiques et dyslexiques avec un trouble phonologique sous-jacent : sur 27 enfants diagnostiqués dyslexiques et dysgraphiques, seuls trois enfants présentent ce profil (cf. tableau 4 p. 40). Il est important de rappeler que nous avons exclu de l'étude détaillée du BHK les enfants ayant d'autres troubles associés, dans le but d'obtenir un échantillon le plus homogène possible. Ainsi, nous n'avons gardé que deux des trois enfants ayant un trouble phonologique isolé, le troisième présentant également une dyspraxie en plus de sa dyslexie/dysgraphie.

Les résultats obtenus dans notre étude pourraient s'expliquer du fait du diagnostic de dysgraphie posé d'après une épreuve de copie. De manière générale, la copie est une tâche très coûteuse pour les enfants dyslexiques car elle demande un effort cognitif important. Elle demande de reproduire une trace écrite à partir d'un input visuel qu'il faut lire au préalable. L'enfant fait donc une analyse visuelle de la suite de lettres constituant un ou plusieurs mots à recopier, puis mobilise ses ressources attentionnelles afin de traiter l'information (Kandel et Valdois, 2006). Conformément au modèle ACV 98 (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998), si l'enfant connaît le mot à recopier, il utilise la procédure globale pour lire le mot. Dans le cas contraire, il utilise la procédure analytique et calibre sa fenêtre visuo-attentionnelle à une unité sub-lexicale connue. La prise d'information visuelle en copie est donc en partie dépendante des capacités d'empan visuo-attentionnel des enfants. Dès lors, les enfants qui présentent un trouble de l'EVA ont des difficultés importantes en copie (Valdois, 2004). En effet, un empan visuo-attentionnel réduit permettra à l'enfant de ne traiter simultanément qu'un faible nombre de lettres, pour pouvoir ensuite les reproduire à l'écrit. Il va faire plus de retours au modèle et ce, même à l'intérieur d'un mot, à cause de son trouble. Ainsi, les liaisons entre les lettres ne peuvent être fluides. Certains enfants peuvent très bien recopier lettre à lettre car ils ne peuvent pas toujours s'attacher à l'unité syllabe au moment de l'écriture, comme cela a été retrouvé chez des enfants en début d'apprentissage de l'écriture (Kandel et Valdois, 2006). De plus, l'aller-retour incessant entre le modèle et la feuille d'écriture fait perdre à l'enfant ses repères spatiaux.

A l'inverse, un enfant présentant un trouble phonologique isolé aura moins de difficultés en copie du fait d'un bon traitement visuo-attentionnel de l'information, son EVA n'étant pas réduit. Toutefois, les difficultés pourront tout de même être présentes à cause de la surcharge cognitive due à la dyslexie et au trouble phonologique : le buffer phonologique déficient engendrerait la perte de l'élément à copier au moment de la programmation motrice (Valdois, 2004).

Toutes les étapes qui ont lieu lors de la copie sont répétées à chaque retour vers le modèle, ce qui demande aux enfants dyslexiques de mobiliser leurs ressources attentionnelles de manière considérable et de fournir un effort cognitif important pour les deux types de déficit. L'étude de Leray (2010) a émis l'hypothèse d'un lien entre une faiblesse de la fenêtre de copie et du stock orthographique, et une mauvaise qualité du graphisme chez les enfants dyslexiques. Cependant, les résultats de l'étude n'ont pas permis de conclure. L'hypothèse reste donc toujours envisageable et il serait intéressant de pouvoir vérifier sa validité ou non dans de prochaines études.

2. Hypothèse 2

Nous avons tenté d'analyser les résultats au BHK critère par critère. Cependant, la tâche s'est révélée plus difficile que prévu étant donné le nombre important de critères (13) et le nombre de sujets trop faible dans chaque groupe (notamment dans le groupe phonologique). Nous avons donc choisi de regrouper tous les critères du BHK et de les analyser plus globalement.

Lorsque nous nous référons uniquement au score total de tous les enfants dans chaque groupe, les z-scores sont tous significatifs au BHK (< -2). Cependant, nous avons constaté que le groupe d'enfants présentant un trouble de l'EVA semblait détenir moins de critères déficitaires au BHK par rapport aux autres groupes. Dès lors, les troubles graphiques en contexte de déficit de l'EVA seraient peut-être plus spécifiques que dans les autres groupes. Au niveau quantitatif, nous avons vu que seulement deux critères étaient échoués pour plus de la moitié des enfants du groupe, comparativement au groupe phonologique (4 critères échoués) et au groupe mixte (6 critères échoués). Ce nombre important de critères déficitaires dans le groupe des mixtes pourrait s'expliquer du fait d'une addition des deux troubles cognitifs engendrant une surcharge cognitive importante qui retentirait sur l'écriture. Il en est de même au niveau de la vitesse d'écriture qui semble plus lente chez eux que pour les autres groupes.

D'un point de vue qualitatif, les critères semblent totalement différents entre le groupe des dyslexiques phonologiques et le groupe des dyslexiques présentant un trouble de l'EVA (les critères déficitaires étant d'ailleurs moins nombreux dans ce dernier groupe). En outre, nous retrouvons des critères échoués semblables à ceux obtenus par ces deux groupes dans le groupe des enfants ayant un trouble mixte.

Bien que nos résultats ne soient pas significatifs, ils pourraient aller dans le sens d'une différence qualitative de l'écriture entre les enfants présentant un trouble phonologique et ceux ayant un trouble de l'EVA. Cependant, nous ne pouvons pas conclure quant à la validation de notre hypothèse 2.

B. Hypothèse théorique

Nos deux hypothèses expérimentales n'ont pas été validées. Cependant, nous pouvons apporter des réponses à notre hypothèse théorique.

Dans notre population de 38 enfants dyslexiques et dysgraphiques, nous avons retrouvé :

- 4 enfants avec un trouble phonologique
- 19 enfants avec un trouble de l'EVA

Nous constatons donc que les troubles graphiques peuvent s'observer en présence du trouble phonologique mais aussi du trouble de l'EVA. Notre hypothèse théorique semble donc validée puisque nous retrouvons dans notre échantillon d'enfants dysgraphiques la présence isolée des deux déficits cognitifs sous-jacents aux troubles dyslexiques. Cependant, nous remarquons que le nombre d'enfants dysgraphiques selon les sous-types de dyslexies est vraiment différent dans notre échantillon. L'association d'une dysgraphie en contexte d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel se retrouve pour 19 sujets de notre population recrutée pour l'étude, ce qui représente quand même la moitié de l'échantillon des 38 enfants dysgraphiques.

Dès lors, la dysgraphie associée à une dyslexie avec un trouble de l'EVA pourrait s'expliquer du fait d'un manque de contrôle visuel chez ces enfants, le nombre de lettres copiées étant en corrélation avec la taille de l'EVA (Bosse, Kandel, Prado et Valdois, 2014).

Les résultats de notre analyse doivent être relativisés puisque nous n'avons pas pu inclure suffisamment de sujets dans chacun des groupes étudiés. De plus, certains de nos résultats n'étaient pas significatifs statistiquement, mais nous permettaient d'observer des tendances quant aux différences qualitatives retrouvées dans l'écriture des enfants dysgraphiques, selon le déficit cognitif sous-jacent à leur dyslexie.

III. LIMITES DE NOTRE ETUDE

A. Expérimentation

1. Projet initial

Notre projet initial était de mener parallèlement deux études : une partie de la recherche devait reposer sur l'analyse des archives du centre référent des troubles du langage et des apprentissages (CRTLA) du CHU de Grenoble, ce qui a effectivement été réalisé ; l'autre partie de l'étude comprenait des évaluations spécifiques sur des populations nouvellement recrutées, notamment une étude expérimentale complémentaire qui consistait à faire écrire l'enfant sur une tablette graphique afin d'analyser les caractéristiques cinématiques de son écriture. Cependant, nous avons dû abandonner cette seconde partie de l'étude pour des raisons logistiques. Nous nous sommes donc concentrée sur les archives informatisées du CHU pour sélectionner notre échantillon d'enfants dyslexiques avec ou sans troubles associés.

2. Procédure utilisée

a) Critères d'exclusion

Nous avons exclu de l'étude tous les dossiers de patients présentant des troubles spécifiques du langage oral associés à un trouble du langage écrit. Au vu du peu de diagnostics de dyslexies avec un trouble phonologique sous-jacent, nous nous sommes interrogée sur le lien probable avec notre critère d'exclusion. Toutefois, nous pensons légitime d'exclure de notre étude des variables supplémentaires que nous ne sommes pas certaine de pouvoir contrôler. En effet, le fait que les troubles spécifiques du langage oral aient un impact sur l'apprentissage de l'écrit et, qu'à fortiori, la présence de troubles du langage écrit puisse être secondaire aux troubles existants à l'oral, nous a amenée à les exclure de l'étude.

b) Population retenue

L'information primordiale que nous recherchions dans les dossiers était le diagnostic des troubles cognitifs sous-jacents à la dyslexie. Le CRTLA utilise de façon routinière une batterie d'épreuves phonologiques, permettant d'établir l'existence de troubles phonologiques, ainsi que des épreuves de reports de lettres, pour démontrer la présence d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel chez les enfants dyslexiques. Nous étions assurée de trouver dans ces dossiers plus ou moins les mêmes épreuves

administrées. Nous savions que les diagnostics, tant de dyslexies que de dysgraphies, étaient posés en suivant des batteries d'épreuves assez similaires.

Les archives regroupent de très nombreux dossiers. Nous n'avons pas pu estimer le nombre total des archives informatisées étant donné qu'il y avait plusieurs fichiers pour un même patient. Ces dossiers sont classés par ordre alphabétique et non par diagnostics. Des codes différents figurent dans le nom de fichier des dossiers informatisés. Nous avons donc un code pour « dyslexie avec trouble phonologique », un autre pour « dyslexie avec trouble de l'EVA » et un autre également pour « dyslexie mixte ». A l'aide de notre tableau, nous avons répertorié tous les résultats et z-scores obtenus par les enfants pour les épreuves phonologiques et les épreuves de reports de lettres (cf. annexes 1 à 3, p.69).

Cependant, nous avons eu des difficultés pour trouver des enfants dyslexiques avec un trouble phonologique isolé, même en cherchant à augmenter uniquement leur nombre. Nous détenons dans notre échantillon 45% d'enfants avec un trouble de l'EVA, 19% avec un trouble phonologique, 25% avec un trouble mixte et 11% sans trouble. A titre informatif, nous avons comparé nos résultats à ceux de deux études de 2007 sur 68 enfants dyslexiques français et 29 enfants dyslexiques anglais (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007).

	Trouble phonologique	Trouble de l'EVA	Trouble mixte	Pas de trouble objectivé
Notre étude	19%	45%	25%	11%
Etude française	19%	44%	15%	22%
Etude anglaise	34.5%	34.5%	7%	24%

Les proportions d'enfants ayant un trouble phonologique ou un trouble de l'EVA retrouvées dans notre mémoire sont assez proches de celles présentes dans l'étude française réalisée sur 68 enfants. En revanche, les résultats sont différents de ceux de l'étude anglaise ; différence qui pourrait peut-être s'expliquer par l'utilisation de tests diagnostics différents du fait de la langue parlée (anglais vs. français).

c) Recherche de dossiers

Nous avons toutefois été confrontée à quelques imprévus lors de la recherche de dossiers :

- Certains enfants trop fatigués n'étaient plus réceptifs aux épreuves du bilan, qui avait dû être écourté. Dès lors, il arrivait que certaines des épreuves que nous avions choisies de répertorier n'avaient pas pu être administrées.
- Dans certains dossiers, seules les épreuves testant la phonologie ou seules les épreuves testant l'empan visuo-attentionnel avaient été administrées, ce qui ne nous donnait pas les informations recherchées quant aux troubles cognitifs sous-jacents à la dyslexie de l'enfant. Des informations complémentaires pouvaient être présentes dans les bilans effectués en libéral, mais nous n'avions pas accès à celles-ci.
- Il arrivait également qu'un bilan orthophonique ait déjà été réalisé récemment par l'orthophoniste de l'enfant en cabinet libéral. De fait, l'enfant ne pouvait être bilanté le jour du rendez-vous à l'hôpital à cause de l'effet retest. Le compte-rendu général informatisé abordait le compte-rendu de bilan de l'orthophoniste et son diagnostic, mais ne nous donnait pas accès aux résultats chiffrés.
Jusqu'à encore quelques mois, seule la pose du diagnostic de trouble phonologique pouvait être envisagée en cabinet libéral. Le trouble de l'EVA ne pouvait être diagnostiqué puisqu'aucun test n'existait pour la pratique orthophonique. Désormais, les épreuves utilisées depuis de nombreuses années au CHU ont été commercialisées. Il sera donc possible de poser un diagnostic de trouble de l'EVA en cabinet libéral. Dorénavant, il sera plus courant dans les bilans orthophoniques de parler en termes de troubles cognitifs, plutôt qu'en termes de voies de lecture altérées.

Pour toutes les raisons évoquées ci-dessus, nous n'avons pas pu tenir compte d'un certain nombre de dossiers dans notre seconde étude. Notre échantillon de départ de 226 dossiers a donc diminué. Le fait de se séparer des dossiers antérieurs à 2005, puisque le BHK n'était pas encore utilisé en France avant sa traduction en français, a également contribué à la réduction de notre échantillon, finalement composé de 120 dossiers.

Nous gardons en tête que nous avons peut-être supprimé des dossiers qui auraient pu rentrer dans l'étude, et notamment des dossiers d'enfants dyslexiques avec troubles phonologiques et dysgraphiques. Cette remarque reste tout à fait hypothétique.

Il est important également de souligner que nous nous sommes basée uniquement sur un échantillon d'enfants recrutés dans le CRTLA de Grenoble. L'équipe de ce centre est reconnue pour ses connaissances accrues et son expertise au niveau du diagnostic du trouble de l'empan visuo-attentionnel. Cela induit peut-être des biais de recrutement qui expliqueraient pourquoi nous n'avons pas beaucoup d'enfants avec un trouble phonologique isolé dans notre population. De plus, il faut noter que les enfants qui consultent au CRTLA sont souvent des enfants qui ont des troubles multiples assez lourds. Ainsi, on ne peut pas dire que les résultats de l'étude soient représentatifs de la population générale des enfants dyslexiques.

d) BHK

Le BHK reste un des tests d'écriture le plus utilisé et reconnu pour la pose d'un diagnostic de dysgraphie. Il possède de bonnes qualités métriques : bonnes validité, sensibilité, fiabilité.

Certains items se cotent avec un transparent à l'appui, ce qui permet d'être très rigoureux, comme par exemple pour l'item écriture grande. Il faut déterminer la taille moyenne des lettres troncs à l'aide d'un calque.

Toutefois, la cotation de certains items reste assez subjective (ex : écriture chaotique, distorsion des lettres), même si une bonne fidélité inter- et intra-correcteurs a été démontrée par les auteurs du test pour l'étalonnage français. Le test stipule tout de même qu'une période d'apprentissage est nécessaire afin de bien maîtriser la cotation.

D'après nos observations (cf. tableau 4 p. 40), les critères les plus échoués au BHK différaient entre le groupe phonologique et le groupe EVA. Le groupe mixte, lui, obtenait des critères échoués semblables à ceux obtenus par les deux autres groupes phonologique et EVA. Nous avons comparé les critères échoués les plus souvent observés dans notre étude à ceux retrouvés dans un autre mémoire d'orthophonie, s'intéressant à la qualité du graphisme en copie d'enfants dyslexiques (mais sans tenir compte de la nature des troubles cognitifs) et normaux-lecteurs (Leray, 2010). Comme dans notre étude, nous retrouvons les items écriture grande, lignes non planes, écriture chaotique et formes de lettres ambiguës, échoués pour la plupart des sujets dyslexiques et dysgraphiques. D'autres critères ont été échoués par plusieurs enfants dyslexiques et dysgraphiques de leur échantillon, que nous n'avons pas retrouvé en majorité dans le nôtre : liens ininterrompus entre les lettres, inclinaison de la marge vers la droite et mots serrés.

Ce constat peut s'expliquer de plusieurs façons. Tout d'abord, le fait que quelques critères soient assez subjectifs dans l'attribution des points peut expliquer que selon les études, nous ne retrouvons pas toujours les mêmes critères échoués. Ce point est aussi abordé dans l'étude de Leray (2010). Ensuite, ces différences peuvent aussi s'expliquer du fait de la relative difficulté de classement des dysgraphies. Ainsi

pour Zesiger (2003), « *les difficultés en écriture sont hétérogènes et s'expriment différemment selon les sujets* ». Chaque enfant a une écriture qui lui est propre et qui lui correspond, même dans le cadre des dysgraphies. Dès lors, nous nous rendons compte aussi grâce à ces études qu'il est à ce jour encore difficile de retrouver des caractéristiques de « types » de dysgraphies.

Dès lors, l'utilisation d'une tablette graphique pour étudier et analyser l'écriture des enfants serait très intéressante pour compléter le diagnostic de dysgraphie. De plus, son utilisation permettrait d'analyser le graphisme des enfants sur plusieurs tâches (dictée, copie, écriture spontanée), et non seulement sur une épreuve de copie comme c'est le cas dans celle du BHK. La cotation serait ici tout à fait objective. Pour Roseblum et al. (2004), toutes les évaluations du graphisme (support papier et tablette ; tâche de dictée, copie et écriture spontanée) sont importantes pour examiner la production écrite de l'enfant au mieux, dans le but de recueillir le plus d'informations possibles relatives à son graphisme.

Le test du BHK, lui, est basé sur une épreuve de copie qui met donc l'emphasis sur la prise d'informations visuelles sur le modèle à recopier en plus de l'activité de monitoring visuel au moment de la copie. Une plus forte proportion de dysgraphie en contexte de trouble de l'empan visuo-attentionnel pourrait relever davantage d'un problème au niveau de la prise d'informations visuelles que d'un problème de contrôle au moment de l'écriture. En cela, le recours à plusieurs types d'épreuves pourrait être particulièrement intéressant.

e) Age des enfants

Il serait sans doute intéressant de prendre en compte l'âge des patients pour l'analyse. Cependant, dans notre étude, nous n'avons pu tenir compte de l'âge des enfants de notre échantillon puisque nous n'avions pas assez de sujets. Afin de pallier ce problème, nous avons analysé les résultats de chaque patient en termes de z-scores, c'est-à-dire en calculant pour chaque patient, l'écart à la moyenne de son groupe d'âge. Nous nous sommes donc affranchie du paramètre « âge », et nous avons ainsi pu comparer les groupes d'enfants selon leur type de dyslexie.

Il se trouve que les deux enfants qui constituent le groupe phonologique avaient exactement le même âge (10 ans 4 mois) au moment de la passation des bilans. Dans les autres groupes, les âges variaient entre 8 ans 8 mois et 12 ans 4 mois.

B. Perspectives de recherche

Il faudrait désormais pouvoir mener une autre étude, dans la lignée de celle-ci, en gardant tous les critères d'inclusion et d'exclusion. Toutefois, il faudrait pouvoir

recruter un plus large échantillon d'enfants dyslexiques et dysgraphiques, qui seront répartis en deux groupes égaux selon le trouble cognitif sous-jacent à la dyslexie. Cette étude prendrait beaucoup plus de temps que nous n'en avons eu pour notre mémoire, mais serait très intéressante afin de comparer les résultats à ceux obtenus par la présente analyse. Le fait d'obtenir deux groupes d'enfants plus importants permettrait de réaliser une autre étude statistique et de pouvoir généraliser les résultats obtenus. De plus, la constitution de groupes de plus de 30 enfants permettrait de réduire les fluctuations d'échantillonnage que nous avons retrouvées dans notre étude. Ainsi, l'analyse critère par critère du BHK serait certainement envisageable et permettrait de rendre compte ou non d'une différence qualitative au niveau de l'écriture des enfants dysgraphiques, selon le trouble cognitif sous-jacent à leur dyslexie.

Une autre étude intéressante à mener serait celle que nous avons envisagée au début de notre projet : l'utilisation d'une tablette graphique dans le but d'analyser "en temps réel" avec un logiciel spécialisé, les caractéristiques de l'écriture des enfants dysgraphiques et dyslexiques, en fonction de leur déficit cognitif. Le Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition de Grenoble (LPNC) a développé un logiciel permettant d'analyser les aspects cinématiques de l'écriture "en temps réel" (Jolly et al., 2010). Pour ces phases d'évaluations, les sujets devront impérativement être recrutés au sein des patients qui consultaient au CRTLA, afin d'avoir accès à l'intégralité des données (bilans orthophoniques, bilans d'ergothérapie, bilans neuropsychologiques, données médicales éventuelles, etc.), ainsi qu'aux logiciels et matériels pour les expérimentations. Cette étude conduirait à l'évaluation des aspects dynamiques de l'écriture de chaque enfant : accélérations, décélérations, pics de vitesse, etc. Ces tâches d'écriture permettraient également d'analyser et de comparer le graphisme d'un enfant sur plusieurs épreuves : en dictée, en situation de copie, lors de l'écriture de phrases, de mots et de lettres. Plusieurs données cinématiques quantitatives comme la vitesse de traçage, le nombre de levés de crayon, les accélérations, les décélérations, etc., pourraient être analysées statistiquement. Cette étude permettrait une analyse plus fine et précise du graphisme des enfants dysgraphiques et dyslexiques, et pourrait permettre de mettre en évidence des différences qualitatives entre les groupes de dyslexies. Par exemple, nous pouvons imaginer que l'écriture des enfants de chaque groupe présente des paramètres cinématiques caractéristiques de chaque sous-type de dyslexie. Ces paramètres pourraient alors être utilisés comme outil d'aide au diagnostic, et pourraient également servir pour orienter la remédiation de l'écriture vers les aspects les plus déficitaires.

Enfin, maintenant que le diagnostic du trouble de l'empan visuo-attentionnel est possible en cabinet libéral, il serait intéressant de mener la même étude en recrutant un groupe d'enfants dyslexiques et dysgraphiques en cabinet libéral, et un autre groupe au CRTLA, afin de voir si les deux études menées parallèlement conduisent aux mêmes résultats d'analyse. Cela permettrait également de pouvoir recruter plus d'enfants correspondant aux critères d'inclusion et d'obtenir des groupes plus homogènes en fonction du trouble cognitif isolé des enfants dyslexiques, notamment des enfants ayant un trouble phonologique isolé.

IV. APPORTS POUR LA CLINIQUE

Notre étude a pris en compte les troubles cognitifs sous-jacents en contexte dyslexique, un domaine qui n'est pas encore très exploré à l'heure actuelle.

Cependant, la fréquence d'association de la dyslexie avec la dysgraphie n'est pas négligeable d'après notre revue de littérature et notre étude. Cette information nous semble importante à relayer pour la clinique, afin que les praticiens aient conscience de l'intérêt d'évaluer le graphisme d'un enfant avec des tests adéquats lorsque celui-ci présente déjà une dyslexie avérée. La pose d'un diagnostic de dysgraphie permettra dans un premier temps de rassurer l'enfant sur sa façon d'écrire : il ne fait pas exprès de mal écrire ou de ne pas s'appliquer. Le fait de reconnaître la dysgraphie en tant que telle permettra également la mise en place d'aménagements reconnus par l'école qui faciliteront le quotidien de l'enfant.

CONCLUSION

Nous avons cherché à étudier les liens de comorbidité qui pouvaient exister entre les troubles dyslexiques et dysgraphiques, en tenant compte des déficits cognitifs sous-jacents à la dyslexie. Cette relation de comorbidité reste encore complexe et difficile à définir clairement à l'heure actuelle. En effet, peu d'études se sont intéressées uniquement à l'association de ces deux troubles des apprentissages, et aucune, à notre connaissance, n'a pris en compte les déficits cognitifs responsables des dyslexies.

Nous avons démontré dans ce mémoire que la dysgraphie pouvait accompagner aussi bien une dyslexie avec trouble phonologique qu'une dyslexie avec trouble de l'empan visuo-attentionnel. En référence à notre première hypothèse, nous pensions retrouver plus de dyslexies phonologiques que de dyslexies avec trouble de l'empan visuo-attentionnel dans notre population d'enfants dysgraphiques. Cette hypothèse n'a pas été validée dans ce mémoire, mais ne peut être rejetée pour autant. Des études complémentaires seront nécessaires afin d'approfondir ce sujet. Notre deuxième hypothèse, elle, abordait le fait que nous pensions retrouver des différences qualitatives au niveau du graphisme des enfants dysgraphiques, en fonction de leur déficit cognitif. Nous n'avons pas pu valider cette seconde hypothèse puisque les résultats de nos analyses n'étaient pas significatifs statistiquement parlant. Toutefois, nous avons pu observer une tendance sur nos résultats, nous conduisant à discerner quelques différences qualitatives et quantitatives dans l'écriture des enfants dysgraphiques, selon les sous-types de dyslexies.

Nous espérons que ce sujet d'étude pourra être repris par d'autres personnes afin de contribuer aux avancées de la recherche. Ces avancées scientifiques sont nécessaires à la clinique puisqu'elles contribuent à l'enrichir et à développer de nouvelles approches diagnostiques et thérapeutiques.

L'utilisation des tablettes graphiques, par exemple, permettra peut-être de déceler des différences significatives entre l'écriture des enfants dysgraphiques présentant un trouble phonologique et l'écriture des enfants ayant un trouble de l'empan visuo-attentionnel.

BIBLIOGRAPHIE

- Adi-Japha, E., Landau, Y. E., Frenkel, L., Teicher, M., Gross-Tsur, V. et Shalev, R. S. (2007). ADHD and dysgraphia : underlying mechanisms. *Cortex*, 43(6), 700–709.
- Ajuriaguerra, J., Auzias, M., Coumes, F., Denner, A., Lavondes-Monod, V., Perron, R. et Stambak, M. (1997, réimpression). *L'écriture de l'enfant. Tome I : L'évolution de l'écriture et ses difficultés*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Albaret, J. M. (1995). Evaluation psychomotrice des dysgraphies. *Rééducation Orthophonique*, 33(127), 71–80.
- Albaret, J. M., Kaiser, M. L. et Soppelsa, R. (2013). Troubles de l'écriture chez l'enfant. Dans J.M. Albaret, M.L. Kaiser et R. Soppelsa (Eds.), *Troubles de l'écriture chez l'enfant : des modèles à l'intervention* (pp. 155–173). Marseille : De Boeck.
- American Psychiatric Association (1994). *DSM IV. Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*. Masson.
- Ans, B., Carbonnel, S. et Valdois, S. (1998). A Connectionist Multiple-Trace Memory Model for Polysyllabic Word Reading. *Psychological Review*, 105(4), 678–723.
- Berninger, V., Nielsen, K., Abbott, R., Wisjman, E. et Raskind, W. (2008). Writing problems in developmental dyslexia : under-recognized and under-treated. *Journal of School Psychology*, 46(1), 1–21.
- Berninger, V., Vaughan, K., Abbott, R., Abbott, S., Woodruff Rogan, L., Brooks, A., ... Graham, S. (1997). Treatment of handwriting problems in beginning writers : transfer from handwriting to composition. *Journal of Educational Psychology*, 89(4), 652–666.
- Besner, D. (1999). Basic processes in reading multiple routines in localist and connectionist models. Dans R.M. Klein et P. McMullen (Eds.), *Converging methods for understanding reading and dyslexia* (pp. 413–459). Londres : MIT Press.
- Billard, C., Ducot, B., Pinton, F., Coste-Zeitoun, D., Picard, S. et Warszawski, J. (2006). Validation de la BREV, Batterie clinique d'évaluation des fonctions cognitives, en comparaison à une batterie de référence, dans les troubles des apprentissages. *Archives de Pédiatrie*, 13, 23–31.

- Bishop, D. et Snowling, M. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment : same or different? *Psychological Bulletin*, 130(6), 858–886.
- Bosse, M. L., Kandel, S., Prado, C. et Valdois, S. (2014). Does visual attention span relate to eye movements during reading and copying? *International Journal of Behavioral Development*, 38(1), 81–85.
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J. et Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia : the visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, (104), 198–230.
- Bosse, M. L. et Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance : a cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, 32(2), 230–253.
- Brun-Henin, F., Velay, J. L., Beecham, Y. et Cariou, S. (2013). Troubles d'écriture et dyslexie: Revue théorique, aspects cliniques et approche expérimentale. *Développements*, (13), 4–28.
- Charles, M., Soppelsa, R. et Albaret, J. M. (2004). *BHK – Echelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant*. Paris : Editions et Applications Psychologiques.
- Cheminal, R. et Brun, V. (2002). *Les dyslexies*. Masson.
- Coltheart, M. (1978). *Lexical access in simple reading tasks*. Londres : Academic Press.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P. et Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dualroute and parallel distributed processing approaches. *Psychological Review*, (100), 589–608.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langton, R. et Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, (108), 204–256.
- Fournier Del Castillo, M., Belmonte, M., Rojas, M., Pino, M., Verdu, J. et Rodriguez, J. (2010). Cerebellum atrophy and development of a peripheral dysgraphia : a paediatric case. *Cerebellum*, 9, 530–536.
- Frith, U. (1997). Brain, mind and behaviour in dyslexia. Dans C. Hulme et M. Snowling (Eds.), *Dyslexia : Biology, Cognition et Intervention*. Londres : Whurr Publishers.

- Germano, E., Gagliano, A. et Curatolo, P. (2010). Comorbidity of ADHD and dyslexia. *Developmental Neuropsychology*, (35), 475–493.
- Gough, P. B., et Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disorders. *Remedial and Special Education*, (7), 6–10.
- Graham, S., Struck, M., Santoro, J. et Berninger, V. (2006) Dimensions of good and poor handwriting legibility in first and second graders : motor programs, visual-spatial arrangement, and letter formation parameter setting. *Developmental Neuropsychology*, 29(1), 43–60.
- Graham, S. et Weintraub, N. (1996). A Review of Handwriting Research : Progress and Prospects from 1980 to 1994. *Educational Psychology Review*, 8(1), 6–87.
- Habib, M. (1997). *Le cerveau singulier*. Marseille : Solal.
- Habib, M. (2002). Aspects étiologiques des dyslexies. Dans R. Cheminal et V. Brun, *Les dyslexies* (pp. 4–22). Masson.
- Habib, M. (2014). *La constellation des dys. Bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles*. Marseille : De Boeck.
- Hamstra-Bletz, E., de Bie, J., et Brinker, B. P. L. M. den. (1987). *Beknopte beoordelingsmethode voor kinderhandschriften (A concise method for the evaluation of children's handwriting)*. Lisse : Swets and Zeitlinger.
- Hamstra-Bletz, L. et Blöte, A. W. (1993). A longitudinal study on dysgraphic handwriting in primary school. *Journal of Learning Disabilities*, 26(10), 689–699.
- Inserm : Expertise collective. (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie. Bilan des données scientifiques*. Paris.
- Jacquier-Roux, M., Lequette, C., Pouget, G., Valdois, S. et Zorman, M. (2010). *BALE. Batterie Analytique du Langage Ecrit*. Cogni-Sciences, Grenoble.
- Jolly, C., Huron, C., Albaret, J. M., et Gentaz, E. (2010). Analyse comparative des tracés de lettres cursives d'une enfant atteinte d'un trouble d'acquisition de la coordination et scolarisée en CP avec ceux d'enfants ordinaires de GSM et de CP. *Psychologie Française*, 55, 145–170.

- Kaiser, M. L. (2009). *Facteurs endogènes et exogènes influençant l'écriture manuelle chez l'enfant* (Thèse de doctorat). Université Toulouse III - Paul Sabatier.
- Kandel, S. et Valdois, S. (2006). Syllables as functional units in a copying task. *Psychology Press*, 432–452.
- Lefavrais, P. (1965). Description, définition et mesure de la dyslexie. Utilisation du test « l'Alouette ». *Revue de Psychologie Appliquée*, 15(1), 33–44.
- Leray, C. (2010). *Qualité du graphisme en copie chez des enfants dyslexiques et normo-lecteurs de CE2* (Mémoire d'orthophonie). Université de Franche-Comté, Besançon.
- Martinet, C. et Valdois, S. (1999). L'apprentissage de l'orthographe d'usage et ses troubles dans la dyslexie développementale de surface. *L'Année Psychologique*, 577–622.
- Mousty, P. et Leybaert, J. (1999). Evaluation des habiletés de lecture et d'orthographe au moyen de BELEC : Données longitudinales auprès d'enfants francophones testés en 2e et 4e années. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 49(4), 325–342.
- Nicolson, R. I. et Fawcett, A. J. (2007). Procedural learning difficulties : reuniting the developmental disorders? *Trends in Neuroscience*, 30(4), 135–141.
- Nicolson, R. I. et Fawcett, A. J. (2011). Dyslexia, dysgraphia, procedural learning and the cerebellum. *Cortex*, 47, 117–127.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J. et Dean, P. (2001). Developmental dyslexia : the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neuroscience*, 24(9), 508–511.
- Organisation Mondiale de la Santé (2006). *CIM10/ICD10. Classification Internationale des troubles mentaux et des troubles du comportement, descriptions cliniques et directives pour le diagnostic*. 10ème révision. Genève : Masson.
- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101, 385–413.
- Peyrin, C., Démonet, J. F. et N'Guyen-Morel, M. A. (2011). Superior parietal lobe dysfunction in a homogeneous group of dyslexic children with a single visual attention span disorder. *Brain et Language*, 118(3), 128–138.

- Peyrin, C., Lallier, M., Démonet, J. F., Pernet, C., Baciú, M., Lebas, J. F. et Valdois, S. (2012). Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia: fMRI evidence from two case reports. *Brain et Language*, 381–394.
- Roseblum, S., Weiss, P. et Parush, S. (2003). Product and process evaluation of handwriting difficulties : a review. *Educational Psychology Review*, 15(1), 41–81.
- Roseblum, S., Weiss, P. et Parush, S. (2004). Handwriting evaluation for developmental dysgraphia : Process versus product. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 433–458.
- Simos, P., Fletcher, J. M., Bergman, E. et Breier, J. (2002). Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remediation training. *Neurology*, 58, 1203–1213.
- Smits-Engelsman, B. C. M., Niemeijer, A. S. et Van Galen, G. P. (2001). Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. *Human Movement Science*, (20), 161–182.
- Smits-Engelsman, B. C. M. et Van Galen, G. P. (1997). Dysgraphia in children : lasting psychomotor deficiency or transient developmental delay? *Journal of Experimental Child Psychology*, (67), 164–184.
- Soppelsa, R. et Albaret, J. M. (2014). Caractéristiques de la dysgraphie ou du trouble de l'apprentissage de la graphomotricité (TAG) au collège. *A.N.A.E.*, 26(128), 53–58.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P. et Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia : Evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54, 87–103.
- Valdois, S. (2004). Ce que la dyslexie nous enseigne sur la lecture et son apprentissage. Dans Observatoire de la lecture (Eds.), *Regards sur la lecture* (pp. 223-240), Paris : CNDP.
- Valdois, S. (sous presse). Les dyslexies par trouble de l'empan visuo-attentionnel. Dans B. Stanké (Eds), *Les dyslexies de l'enfant*. Presses Universitaires du Québec.

- Valdois, S., Bidet-Ildei, C., Lassus-Sangosse, D., Reilhac, C., N'Guyen-Morel, M. A., Guinet, E. et Orliaguet, J. P. (2011). A visual processing but no phonological disorder in a child with mixed dyslexia. *Cortex*, *47*, 1197–1218.
- Valdois, S., Bosse, M. L. et Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia : review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, *10*, 339–363.
- Valdois, S., Colé, P. et David, D. (2004). *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales*. Marseille : Solal.
- Valdois, S., Guinet, E. et Embs, J. L. (2014). *EVADYS : outil diagnostic des troubles de l'empan VA*. Ortho-Editions, Isbergues : France.
- Van Galen, G. P., Portier, S. J., Smits-Engelsman, B. C. M. et Schomaker, L. R. B. (1993). Neuromotor noise and poor handwriting in children. *Acta Psychologica*, *82*, 161–178.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J. et Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *45*, 2–40.
- Zesiger, P. (2003). Acquisition et troubles de l'écriture. *Enfance*, *55*(1), 56–64.
- Zoubrinetzky, R., Bielle, F. et Valdois, S. (2014). New insights on developmental dyslexia subtypes : heterogeneity of mixed reading profiles. *Plos One*, *9*(6).

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	4
Partie Théorique.....	6
I. La Dysgraphie.....	7
A. Définition	7
B. Les caractéristiques de la dysgraphie	8
C. Méthodes d'évaluation de la dysgraphie	9
D. Les causes de la dysgraphie	10
E. Troubles présentant une dysgraphie associée	10
1. La dyslexie/dysorthographe.....	10
2. Le T.A.C	11
3. Les TDA/H	11
II. La Dyslexie	12
A. Définition	12
B. Le diagnostic de dyslexie	13
C. Les théories explicatives des dyslexies	14
1. Hypothèse cérébelleuse	14
2. Hypothèse phonologique.....	15
3. Hypothèse de l'empan visuo-attentionnel (EVA)	16
D. Les sous-types de dyslexies	18
1. Le niveau comportemental	18
2. Le niveau cognitif	19
a) La dyslexie associée à un trouble phonologique	19
b) La dyslexie associée à un trouble de l'EVA	20
3. Niveau neurobiologique.....	21
III. Problématique et hypothèses	22
Partie Expérimentale	24
I. La procédure	25
A. Sélection des dossiers	25
1. Aspects éthiques	25
2. Critères d'exclusion	25
3. Critères d'inclusion.....	26
4. Analyse globale	26
5. Analyse détaillée.....	26
B. Création du tableau récapitulatif.....	27
1. Les informations pertinentes	28
2. Les tests sélectionnés	28
a) Lecture.....	28
(1) Alouette.....	29

(2) Lecture de mots et pseudo-mots de la BALE	29
b) Orthographe	29
(1) Dictée des 66 mots	29
(2) Dictée de pseudo-mots de la BALE : bi et trisyllabiques.....	30
c) Ecriture	30
(1) BHK	30
d) Evaluation des capacités cognitives sous-jacentes.....	31
(1) Epreuves métaphonologiques.....	31
(2) Epreuves de report global et partiel.....	31
3. Vérification des données.....	32
4. Analyse statistique	32
Présentation et analyse des résultats.....	33
I. Fréquence de l'association dyslexie-dysgraphie.....	34
A. Analyse globale	34
B. Analyse détaillée.....	35
II. Analyse quantitative des troubles cognitifs sous-jacents à la dyslexie.....	36
A. Origine de la dyslexie dans notre population.....	36
B. Répartition des troubles cognitifs chez les enfants dysgraphiques.....	36
III. Analyse qualitative de l'écriture des enfants dyslexiques et dysgraphiques	38
A. Analyse des commentaires au niveau de l'écriture des 38 enfants dysgraphiques.....	38
B. Dossiers analysables selon les critères du BHK	39
C. Analyse détaillée des résultats du BHK	40
1. Critères significativement différents de la moyenne.....	40
2. Moyenne des 13 items du BHK	42
3. Vitesse de copie.....	42
Discussion.....	43
I. Association dyslexie-dysgraphie.....	44
II. Retour sur la problématique	44
A. Hypothèses non validées.....	45
1. Hypothèse 1	45
2. Hypothèse 2	47
B. Hypothèse théorique.....	48
III. Limites de notre étude.....	49
A. Expérimentation	49
1. Projet initial.....	49
2. Procédure utilisée	49
a) Critères d'exclusion.....	49
b) Population retenue.....	49

c) Recherche de dossiers	51
d) BHK.....	52
e) Age des enfants	53
B. Perspectives de recherche.....	53
IV. Apports pour la clinique	55
Conclusion	56
Bibliographie	57
Table des matières	63
Table des illustrations.....	66
Annexes	67
Table des annexes	68

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Schéma explicatif des différents symptômes de la théorie motrice de la dyslexie.....	14
Figure 2 : Architecture of the multitrace connexionist model of reading.....	17
Tableau 1 : Description des trois niveaux relatifs aux deux sous-types de dyslexies...	21
Graphique 1 : Troubles rencontrés sur les 226 dossiers.....	34
Graphique 2 : Troubles rencontrés sur les 120 dossiers.....	35
Graphique 3 : Fréquence des troubles cognitifs de la dyslexie sur les 120 enfants.....	36
Graphique 4 : Présence ou absence de dysgraphie selon les sous-types de dyslexies sur 120 enfants.....	37
Graphique 5 : Pourcentage de dysgraphie associée selon les sous-types de dyslexies.....	37
Graphique 6 : Répartition des 38 enfants dysgraphiques selon le sous-type de dyslexies.....	38
Tableau 2 : Répartition des 27 enfants dysgraphiques selon les déficits cognitifs et la présence ou absence de dyspraxie/TDAH.....	39
Graphique 7 : Nombre d'enfants dysgraphiques dans chaque sous-type de dyslexie sur les 20 enfants.....	40
Tableau 3 : Nombre d'items au BHK significativement différents de la moyenne, en fonction de chaque sous-type de dyslexie.....	40
Graphique 8 : Pourcentages d'items différents de la moyenne.....	41
Tableau 4 : Nombres et noms des critères les plus échoués au BHK en fonction des groupes.....	41
Tableau 5 : Z-scores moyens pour l'ensemble des critères du BHK.....	42
Graphique 9 : Z-scores de la vitesse du BHK pour chaque sous-type de dyslexie.....	42

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Moyenne du groupe d'enfants avec un trouble de l'EVA obtenue aux épreuves métaphonologiques et de reports de lettres	69
Annexe 2 : Moyenne du groupe d'enfants avec un trouble phonologique obtenue aux épreuves métaphonologiques et de reports de lettres	71
Annexe 3 : Moyenne du groupe d'enfants ayant les deux troubles cognitifs obtenue aux épreuves métaphonologiques et de reports de lettres	72
Annexe 4 : Résultats obtenus au test du BHK pour le « groupe » EVA	73
Annexe 5 : Résultats obtenus au test du BHK pour le « groupe » phono.....	73
Annexe 6 : Résultats obtenus au test du BHK pour le « groupe » mixte.....	73
Annexe 7 : Résultats obtenus au test du BHK pour le « groupe » sans trouble cognitif	74
Annexe 8 : Z-scores de la vitesse du BHK pour chaque sous-type de dyslexie	74
Annexe 9 : Tableau des résultats obtenus au BHK pour les enfants du « groupe » EVA	75
Annexe 10 : Tableau des résultats obtenus au BHK pour les enfants du « groupe » phonologique.....	75
Annexe 11 : Tableau des résultats obtenus au BHK pour les enfants du « groupe » mixte	76
Annexe 12 : Tableau des résultats obtenus au BHK pour les enfants du « groupe » sans trouble cognitif.....	76

**ANNEXE 1 : MOYENNE DU GROUPE D'ENFANTS AVEC UN TROUBLE DE L'EVA OBTENUE
AUX EPREUVES METAPHONOLOGIQUES ET DE REPORTS DE LETTRES**

N° de dossiers	Moyenne des épreuves de métaphonologie	Moyenne des épreuves de reports de lettres
1	-0,27	-1,38
7	-0,81	-1,28
13	-0,01	-2,93
26	0,58	-2,63
30	-0,66	-2,06
41	0,65	-1,17
46	0,29	-2,78
47	0,69	-3,99
48	0,82	-2,47
52	0,19	-3,10
64	0,51	-2,55
71	-0,78	-2,71
74	0,28	-3,78
75	-0,74	-1,84
76	1,20	-1,73
79	1,07	-4,09
80	0,39	-3,69
82	-0,32	-4,57
83	-0,12	-1,86
85	-0,46	-4,92
93	0,26	-5,36
98	-0,34	-2,62
100	0,44	-2,03
101	0,61	-1,39
105	-0,46	-2,02
108	-0,74	-2,07
110	-0,82	-2,57
113	0,10	-2,77
116	-0,26	-2,63
117	-0,45	-5,82
119	0,05	-1,43
120	1,12	-2,74
121	-0,13	-3,03
122	0,48	-4,30

128	0,81	-4,00
131	-0,07	-2,53
133	0,28	-2,28
135	0,31	-1,40
137	1,15	-2,02
140	-0,21	-2,12
142	-0,65	-2,80
146	0,51	-1,17
149	-0,41	-2,14
153	0,84	-4,45
159	-0,27	-2,48
167	-0,35	-1,33
168	0,40	-1,75
169	-0,83	-2,09
172	0,35	-3,22
173	-0,44	-1,65
178	0,34	-2,47
180	0,62	-0,33
181	-0,51	-1,09
182	0,32	-2,45
MOY	0,08	-2,59

Nous rappelons que nous avons estimé la présence d'un trouble visuo-attentionnel pour un z-score inférieur à -1,5 à au moins une des deux épreuves de report de lettres (global et/ou partiel).

**ANNEXE 2 : MOYENNE DU GROUPE D'ENFANTS AVEC UN TROUBLE PHONOLOGIQUE
OBTENUE AUX EPREUVES METAPHONOLOGIQUES ET DE REPORTS DE LETTRES**

N° de dossiers	Moyenne des épreuves de métaphonologie	Moyenne des épreuves de reports de lettres
29	-0,38	-0,76
34	-1,68	-0,27
62	-1,30	-0,10
66	-1,43	-0,68
95	-0,80	-0,48
111	-0,35	-0,53
124	-0,36	-0,09
145	-2,09	-0,52
154	-1,30	0,07
166	-1,86	-0,70
184	-0,86	-1,14
187	-1,89	-0,88
188	-1,82	0,31
189	-1,72	-0,78
190	-1,20	-0,66
191	-1,17	-0,79
192	-1,08	0,35
193	-1,59	-0,86
194	-1,72	-0,44
195	-1,14	-0,94
196	-1,04	-0,43
197	-2,28	-0,12
198	-0,83	-1,01
MOY	<u>-1,30</u>	<u>-0,50</u>

Nous rappelons que la présence d'un trouble phonologique a été considérée si l'enfant obtenait un z-score inférieur à -1,5 à au moins une des épreuves métaphonologiques, même si la moyenne de ces épreuves était supérieure à -1,5.

**ANNEXE 3 : MOYENNE DU GROUPE D'ENFANTS AYANT LES DEUX TROUBLES COGNITIFS
OBTENUE AUX EPREUVES METAPHONOLOGIQUES ET DE REPORTS DE LETTRES**

N° de dossiers	Moyenne des épreuves de métaphonologie	Moyenne des épreuves de reports de lettres
33	-0,83	-1,38
38	-2,08	-2,04
39	-1,05	-1,33
51	-1,43	-2,35
61	-1,55	-2,30
67	-0,01	-1,18
90	-0,15	-1,62
92	-0,63	-3,72
94	-1,17	-3,35
99	-2,64	-3,93
102	-2,14	-4,11
103	-1,99	-4,06
109	-0,81	-4,10
112	-0,42	-1,58
114	-2,22	-2,30
129	-1,93	-1,95
136	-1,03	-2,51
138	-1,52	-2,77
141	-2,03	-1,51
143	-0,4	-2,95
147	-0,72	-6,92
150	-5,16	-2,94
155	-1,62	-2,43
157	0,03	-1,94
162	-1,91	-3,69
170	-1,18	-1,68
174	-0,91	-3,63
199	-0,35	-1,98
200	-1,73	-1,80
201	-1,61	-4,61
<u>MOY</u>	<u>-1,37</u>	<u>-2,76</u>

ANNEXE 4 : RESULTATS OBTENUS AU TEST DU BHK POUR LE « GROUPE » EVA

N° dossier	Score total	z-score	Vitesse	z-score
1	19	-2,06	188	-0,37
98	23	-3,11	202	-0,27
128	21	-2,56	202	-0,27
131	25	-3,67	141	-1
133	23	-2,79	245	0,24
137	19	-2	243	0,22
159	24	-2,42	80	-2,13
180	23	-3,28	211	-0,03
	Moy = 22,13	Moy = -2,74	Moy = 189	Moy = -0,45
	SD = 2,23	SD = 0,59	SD = 54,85	SD = 0,78

ANNEXE 5 : RESULTATS OBTENUS AU TEST DU BHK POUR LE « GROUPE » PHONO

N° dossier	Score total	z-score	Vitesse	z-score
190	21	-2,56	232	0,09
198	31	-5,33	161	-0,76
	Moy = 26	Moy = -3,95	Moy = 196,5	Moy = -0,34
	SD = 7,07	SD = 1,96	SD = 50,20	SD = 0,60

ANNEXE 6 : RESULTATS OBTENUS AU TEST DU BHK POUR LE « GROUPE » MIXTE

N° dossier	Score total	z-score	Vitesse	z-score
109	18	-2,33	71	-2,34
129	19	-2,03	182	-0,46
199	30	-5,06	191	-0,4
200	34	-2,05	83	-4,64
201	25	-3,67	163	-0,73
	Moy = 25,2	Moy = -3,03	Moy = 138	Moy = -1,71
	SD = 6,91	SD = 1,32	SD = 56,75	SD = 1,82

ANNEXE 7 : RESULTATS OBTENUS AU TEST DU BHK POUR LE « GROUPE » SANS TROUBLE COGNITIF

N° dossier	Score total	z-score	Vitesse	z-score
22	23	-3,85	411	2,53
25	22	-2,83	291	0,79
40	25	-3,91	116	-1,43
59	21	-2,56	170	-0,65
179	27	-4,22	242	0,21
	Moy = 23,6	Moy = -3,47	Moy = 246	Moy = 0,29
	SD = 2,41	SD = 0,73	SD = 113,95	SD = 1,51

ANNEXE 8 : Z-SCORES DE LA VITESSE DU BHK POUR CHAQUE SOUS-TYPE DE DYSLEXIE

	moyenne	SD
EVA	-0,47	0,8104
phono	-0,395	0,7
mixte	-1,754	1,7885
rien	0,302	1,5403

Légende des tableaux ci-dessous :

Sc : score total au BHK V : vitesse C1 : critère 1
z-s : z-score total z-sV : z-score vitesse z-s 1 : z-score au critère 1

ANNEXE 9 : TABLEAU DES RESULTATS OBTENUS AU BHK POUR LES ENFANTS DU « GROUPE » EVA

N°	Sc	z-s	V	z-sV	C 1	z-s 1	C 2	z-s 2	C 3	z-s 3	C 4	z-s 4	C 5	z-s 5	C 6	z-s 6	C 7	z-s 7	C 8	z-s 8	C 9	z-s 9	C 10	z-s 10	C 11	z-s 11	C 12	z-s 12	C 13	z-s 13
1	19	-2,06	188	-0,37	1	-7,00	0	0,35	3	-0,74	3	-0,15	0	0,31	2	0,38	1	-0,92	3	-0,11	2	-6,26	0	0,24	2	-2,26	2	-1,52	0	0,17
98	23	-3,11	202	-0,27	3	-9,45	0	0,15	5	-2,47	3	-0,53	3	-5,22	5	-1,33	0	0,43	2	0,72	0	0,00	0	0,26	0	0,54	2	-2,03	0	0,18
128	21	-2,56	202	-0,27	0	0,23	0	0,15	4	-1,61	1	0,72	4	-7,07	4	-0,71	1	-0,96	1	1,37	1	-3,30	0	0,26	4	-4,72	1	-0,68	0	0,18
131	25	-3,67	141	-1	0	0,23	1	-3,56	4	-1,61	3	-0,53	2	-3,37	2	0,52	2	-2,35	2	0,72	0	0,00	0	0,26	2	-2,09	4	-4,73	3	-17,47
133	23	-2,79	245	0,24	1	-3,00	0	0,15	5	-2,47	3	-0,53	1	-1,52	2	0,52	2	-2,35	5	-1,24	0	0,00	0	0,26	3	-3,41	1	-0,68	0	0,18
137	19	-2	243	0,22	1	-3,00	0	0,15	5	-2,47	0	1,34	0	0,33	0	1,76	2	-2,35	5	-1,24	0	0,00	1	-4,09	3	-3,41	2	-2,03	0	0,18
159	24	-2,42	80	-2,13	2	-4,74	0	0,33	4	-1,18	4	-0,98	1	-1,25	4	-0,83	0	0,47	3	-0,22	1	-1,20	0	0,39	2	-1,45	3	-2,00	0	0,13
180	23	-3,28	211	-0,03	0	0,14	3	-2,77	4	-1,55	2	0,43	2	-2,51	4	-0,81	0	0,47	3	-0,11	1	-3,03	0	0,24	3	-3,69	1	-0,46	0	0,17

ANNEXE 10 : TABLEAU DES RESULTATS OBTENUS AU BHK POUR LES ENFANTS DU « GROUPE » PHONOLOGIQUE

N°	Sc	z-s	V	z-sV	C 1	z-s 1	C 2	z-s 2	C 3	z-s 3	C 4	z-s 4	C 5	z-s 5	C 6	z-s 6	C 7	z-s 7	C 8	z-s 8	C 9	z-s 9	C 10	z-s 10	C 11	z-s 11	C 12	z-s 12	C 13	z-s 13
190	21	-2,56	232	0,09	0	0,23	0	0,15	3	-0,75	3	-0,53	2	-3,37	5	-1,33	0	0,43	2	0,72	2	-6,63	0	0,26	0	0,54	3	-3,38	1	-5,71
198	31	-5,33	161	-0,76	1	-3,00	0	0,15	5	-2,47	1	0,72	5	-8,93	4	-0,71	0	0,43	5	-1,24	1	-3,30	1	-4,09	1	-0,78	4	-4,73	3	-17,47

ANNEXE 11 : TABLEAU DES RESULTATS OBTENUS AU BHK POUR LES ENFANTS DU « GROUPE » MIXTE

N°	Sc	z-s	V	z-sV	C 1	z-s 1	C 2	z-s 2	C 3	z-s 3	C 4	z-s 4	C 5	z-s 5	C 6	z-s 6	C 7	z-s 7	C 8	z-s 8	C 9	z-s 9	C 10	z-s 10	C 11	z-s 11	C 12	z-s 12	C 13	z-s 13
109	18	-2,33	71	-2,34	0	0,18	0	0,24	5	-3,47	0	1,11	2	-15,23	3	0,07	4	-4,56	2	0,61	0	1,23	0	0,17	0	0,37	2	-2,54	0	0,12
129	19	-2,03	182	-0,46	2	-14,14	0	0,35	5	-2,35	5	-1,30	1	-1,10	2	0,38	1	-0,92	1	1,30	0	0,19	0	0,24	1	-0,83	1	-0,46	0	0,17
199	30	-5,06	191	-0,4	3	-9,45	2	-7,26	5	-2,47	3	-0,53	2	-3,37	4	-0,71	2	-2,35	4	-0,59	0	0,00	0	0,26	3	-3,41	2	-2,03	0	0,18
200	34	-2,05	83	-4,64	1	-2,36	1	-1,85	5	-1,95	0	1,38	5	-7,80	5	-1,46	2	-1,48	3	-0,22	3	-4,28	0	0,39	4	-3,43	5	-3,92	0	0,13
201	25	-3,67	163	-0,73	0	0,23	0	0,15	3	-0,75	2	0,09	4	-7,07	4	-0,71	2	-2,35	1	1,37	0	0,00	4	-17,13	4	-4,72	1	-0,68	0	0,18

ANNEXE 12 : TABLEAU DES RESULTATS OBTENUS AU BHK POUR LES ENFANTS DU « GROUPE » SANS TROUBLE COGNITIF

N°	Sc	z-s	V	z-sV	C 1	z-s 1	C 2	z-s 2	C 3	z-s 3	C 4	z-s 4	C 5	z-s 5	C 6	z-s 6	C 7	z-s 7	C 8	z-s 8	C 9	z-s 9	C 10	z-s 10	C 11	z-s 11	C 12	z-s 12	C 13	z-s 13
22	23	-3,85	411	2,53	1	-3,39	0	0,24	5	-3,47	2	-0,14	3	-22,92	3	0,07	0	0,51	5	-1,39	1	-6,46	0	0,17	1	-1,12	2	-2,54	0	0,12
25	22	-2,83	291	0,79	2	-6,23	0	0,15	5	-2,47	2	0,09	1	-1,52	3	-0,09	1	-0,96	5	-1,24	1	-3,30	0	0,26	1	-0,78	1	-0,68	0	0,18
40	25	-3,91	116	-1,43	1	-7,00	0	0,35	5	-2,35	1	1,00	0	0,31	4	-0,88	2	-2,31	5	-1,52	0	0,19	0	0,24	4	-5,11	3	-2,57	0	0,17
59	21	-2,56	170	-0,65	1	-3,00	0	0,15	4	-1,61	2	0,09	3	-5,22	2	0,52	2	-2,35	0	2,03	1	-3,30	0	0,26	3	-3,41	1	-0,68	2	-11,59
179	27	-4,22	242	0,21	2	-6,23	0	0,15	5	-2,47	3	-0,53	3	-5,22	5	-1,33	0	0,43	2	0,72	2	-6,63	0	0,26	3	-3,41	2	-2,03	0	0,18

FERNANDEZ Julie

Titre : Comorbidité entre dyslexies et troubles du graphisme : effet différentiel selon le déficit cognitif sous-jacent aux troubles dyslexiques.

Résumé : La comorbidité entre les troubles dyslexiques et dysgraphiques n'a été que très peu étudiée dans la littérature scientifique. Toutefois, il n'est pas rare de rencontrer des enfants dyslexiques et dysgraphiques en clinique. Ce mémoire s'intéresse donc aux relations qu'il pourrait exister entre une dyslexie et une dysgraphie, plus spécifiquement selon le trouble cognitif sous-jacent à la dyslexie (trouble phonologique ou trouble de l'EVA). Notre étude s'est basée sur l'analyse de dossiers d'enfants dyslexiques ayant consulté au CRTLA de Grenoble. D'après nos références théoriques, nous pensions retrouver plus d'enfants dysgraphiques avec une dyslexie associée à un trouble phonologique qu'à un trouble de l'EVA. Nous avons tout d'abord établi la fréquence d'association de la dyslexie à la dysgraphie sur 226 enfants. Puis, d'après les informations dont nous disposons sur 120 de ces dossiers, nous avons calculé la fréquence de la dysgraphie en contexte dyslexique, selon le trouble cognitif sous-jacent. Quatre profils se présentaient à nous : dysgraphie et dyslexie associée soit à un trouble de l'EVA, soit à un trouble phonologique, soit aux deux troubles, soit à aucun des deux. Nous avons invalidé notre première hypothèse puisque nous avons retrouvé plus d'enfants dysgraphiques et dyslexiques avec un trouble de l'EVA. Après cette analyse quantitative, nous avons procédé à une analyse plus qualitative, grâce aux résultats obtenus par les patients au BHK. Le but de cette analyse était de voir si nous pouvions observer des différences qualitatives au niveau du graphisme d'enfants présentant une dyslexie avec un trouble cognitif différent. Nous avons pu exploiter les données de 20 dossiers. Bien que nos résultats statistiques ne soient pas significatifs et ne nous permettent pas de conclure, nous avons pu discerner certaines différences qualitatives et quantitatives dans l'écriture des enfants dysgraphiques, selon les sous-types de dyslexies. Des études complémentaires seront nécessaires afin d'approfondir ce sujet.

Mots clés : Dyslexie, Dysgraphie, Ecriture, Evaluation, Enfants

Mémoire soutenu à l'Université de Franche-Comté – UFR SMP – Orthophonie

Le : 7 juillet 2015

Maîtres de Mémoire : Sylviane VALDOIS, Directrice de recherche du CNRS, orthophoniste et neuropsychologue ; Caroline JOLLY, Chargée de recherche au CNRS.

JURY :

Catherine CHEVRIER - Docteur en psychologie cognitive et psychologue scolaire

Caroline JOLLY, Chargée de recherche au CNRS

Hélène PERROS - Orthophoniste

Sylviane VALDOIS, Directrice de recherche du CNRS, orthophoniste et neuropsychologue