



Évaluation des troubles cognitifs phonologiques et visuo-attentionnels sous-jacents dans les troubles spécifiques d'apprentissage du langage écrit

Alexia Concession

► To cite this version:

Alexia Concession. Évaluation des troubles cognitifs phonologiques et visuo-attentionnels sous-jacents dans les troubles spécifiques d'apprentissage du langage écrit . Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01492593

HAL Id: dumas-01492593

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01492593>

Submitted on 20 Mar 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRE présenté pour l'obtention du
CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Par

CONCESSION Alexia

Née le 25 décembre 1991 à Toulon

**EVALUATION DES TROUBLES
COGNITIFS PHONOLOGIQUES ET
VISUO-ATTENTIONNELS SOUS-JACENTS
DANS LES TROUBLES SPÉCIFIQUES
D'APPRENTISSAGE DU LANGAGE ECRIT**

Directeur de Mémoire : **ESKINAZI Karine**, Orthophoniste

Co-directeur de Mémoire : **DE CARA Bruno**, Maître de conférences

Co-directeur de Mémoire : **MEDINA Franck**, Orthophoniste, Chercheur

Nice

Juin 2016

MEMOIRE présenté pour l'obtention du
CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Par

CONCESSION Alexia
Née le 25 décembre 1991 à Toulon

**EVALUATION DES TROUBLES
COGNITIFS PHONOLOGIQUES ET
VISUO-ATTENTIONNELS SOUS-JACENTS
DANS LES TROUBLES SPÉCIFIQUES
D'APPRENTISSAGE DU LANGAGE ECRIT**

Directeur de Mémoire : **ESKINAZI Karine**, Orthophoniste

Co-directeur de Mémoire : **DE CARA Bruno**, Maître de conférences

Co-directeur de Mémoire : **MEDINA Franck**, Orthophoniste, Chercheur

Rapporteur neutre : **JANKOWIAK Camille**, Orthophoniste

Membre du jury : **CRISTINI LLORCA Marie**, Orthophoniste

Membre du jury : **BELLONE Christian**, Orthophoniste

Nice

Juin 2016

REMERCIEMENTS

Un sincère et chaleureux merci aux illustres Inconnus qui ont permis le point final de ce travail. A tous ceux qui de près comme de loin sont Là.

Je remercie *Karine ESKINAZI*, une directrice de Mémoire et une maître de stage en or.
Merci pour votre patience et votre soutien. Merci pour vos relectures minutieuses.

Je remercie *Bruno De Cara* et *Franck Medina*. Merci à vous pour votre disponibilité, vos apports théoriques et vos conseils avisés.

Toute ma reconnaissance envers les jeunes patients qui ont participé à l'étude et leurs orthophonistes qui m'ont ouvert les portes de leur cabinet.

Merci à mes formidables maîtres de stage, pour leur bienveillance et leur soleil qui a rendu cette année bien plus agréable. Malgré le rythme soutenu, je suis toujours venue en stage avec le même plaisir et la même envie d'apprendre. Merci à *Hildegarde Villaréal*, *Marie Cristini-Llorca* et *Sandrine Jaubert*.

Mille mercis à *Aurore* et *Camille* pour leur soutien infailible.

Une pensée émue aux *amis* et *copains* qui d'une oreille mi-attentive mi-amusée ont écouté et subi plaintes et sautes d'humeur lunatiques d'une étudiante fatiguée, qui ont toujours réussi à déridier ce sourire crispé. Une pensée toute particulière à *Charlotte*.

Tout mon amour à ma *famille*, un soutien indéfectible et vital. « L'amour d'une famille, le centre autour duquel tout gravite et tout brille. » Je vous aime.

Et merci à *Toi*.

SOMMAIRE

Remerciements	3
SOMMAIRE.....	4
Introduction	6
PARTIE THEORIQUE	9
I. Modèles du développement et du fonctionnement de la lecture	10
1. Modèle d'identification du mot écrit, de la double voie de Coltheart (1978, 2001)	10
2. Modèle connexionniste, ACV98 (Ans, Carbonnel & Valdois, 1998).....	13
II. Hypothèses sur les mécanismes cognitifs déficitaires à l'origine de la dyslexie	16
1. Hypothèse phonologique.....	17
2. Hypothèse visuo-attentionnelle	29
3. Le lexique orthographique.....	39
III. Trouble du langage écrit : la dyslexie	41
1. Définition et généralités	41
2. Typologies.....	42
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	44
I. Hypothèse générale.....	45
II. Hypothèses opérationnelles	45
PARTIE PRATIQUE	46
I. Population.....	47
1. Présentation de la population	47
2. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	47
II. Protocole expérimental : matériel	48
1. Déroulement du protocole	48
2. Évaluation des processus phonologiques	48
3. Évaluation des capacités visuo-attentionnelles	50
4. Évaluation des procédures d'identification du mot écrit.....	54
Table des abréviations	56
III. Données recueillies	57
1. Présentation de l'échantillon	57
2. Évaluation des processus phonologiques	58
3. Évaluation des capacités visuo-attentionnelles	64
4. Évaluation de la lecture	68
IV. Analyse	75
1. Analyse des données choisies	75
2. Analyse des liens.....	90

DISCUSSION.....	94
I. Rappel des objectifs.....	95
II. Validation des hypothèses.....	96
III. Critique de la méthodologie et perspectives orthophoniques	98
Conclusion	99
Bibliographie	101
Glossaire	109
ANNEXES.....	111
Annexe I : Feuilles de passation - EVALEC	112
Annexe II : Tableau des profils de notre population	116
Annexe III : Moyenne et écart-type (total, CM1 – CM2, 6 ^{ème} – 5 ^{ème}).....	117
Annexe IV : Médiane, quartiles et intervalle de confiance (total, CM1 – CM2, 6 ^{ème} – 5 ^{ème})	122
Table des Illustrations.....	132

INTRODUCTION

« *Seule existe la page noire et blanche que parcourt mon regard.* » Simone de Beauvoir

La lecture est définie comme l'ensemble des activités de traitement perceptif, linguistique et cognitif de l'information visuelle écrite. Le lecteur doit décoder, comprendre et interpréter les signes graphiques (Dictionnaire d'Orthophonie, 2011).

L'importance accordée au code phonologique en lecture reste indéniable. Le modèle à deux voies (Coltheart, 1978 et 2001) communément admis repose sur le fonctionnement en parallèle de la voie d'assemblage et de la voie d'adressage. La première voie est celle du décodage analytique avec le traitement successif des différents segments du mot et l'activation successive de leur forme phonologique. La seconde permet de traiter le mot comme une unité phonologique et une unité orthographique. La lecture par voie d'adressage correspond à un traitement visuel différent puisque toutes les lettres du mot sont traitées en même temps, comme les éléments d'une seule unité-mot. L'utilisation de ces deux voies permet l'établissement (ou le renforcement) de la connaissance orthographique, c'est-à-dire du lien entre l'orthographe du mot et sa phonologie.

Le trouble de la lecture des dyslexiques affecte de manière persistante le décodage, la reconnaissance des mots, la fluence de la lecture et la compréhension du contenu (Szenkovits & Ramus, 2005). La première manifestation de la dyslexie est un déficit précoce et persistant de la connaissance des lettres (Snowling et al., 2003). Ensuite, l'automatisation de la conversion graphème-phonème est défaillante (Ramus, 2001). En effet, les enfants dyslexiques souffrent d'un déficit du système de représentation mentale et de traitement cognitif des sons de la parole, ce qui nuit à l'apprentissage des correspondances grapho-phonémiques et à leur manipulation en temps réel au cours de la lecture (Ramus, 2002; Snowling, 2000; Sprenger-Charolles & Colé, 2003). Ce déficit de la conscience phonologique affecte donc la voie phonologique de la lecture et, de manière secondaire, la voie orthographique directe. En effet, c'est en décodant fréquemment des mots que l'enfant les mémorise progressivement en trace stable dans son lexique orthographique et devient capable de les reconnaître en lecture globale. Donc tout déficit de ce processus entraînerait des difficultés dans la mise en place du lexique orthographique et nous ne devrions pas rencontrer de profils dissociés de dyslexiques avec un déficit spécifique isolé de la procédure phonologique ou de la procédure lexicale (Ramus, 2003). La relation entre profil de lecture et trouble phonologique n'est donc pas univoque (Valdois, 2014).

En est-il de même pour le traitement visuo-attentionnel en lecture ? Le traitement de la forme orthographique du mot a moins retenu l'attention des chercheurs. Or, la séquence orthographique du mot doit faire l'objet de traitements spécifiques pour être correctement traitée. Des traitements visuels de bas niveau sont évidemment impliqués mais également des traitements visuo-attentionnels (Valdois, 2005). Ainsi, la diversité des profils de dyslexie invite à s'intéresser à une variété de déficits visuo-attentionnels susceptibles de participer à des formes de dyslexies dites de surface, mais aussi phonologique ou mixte. Cette idée selon laquelle un déficit d'ordre visuel peut entraver l'apprentissage de la lecture est très ancienne (Morgan, 1896). En effet, le tout premier cas d'enfant dyslexique décrit dans la littérature scientifique parlait de « cécité verbale congénitale ».

En situation de lecture de texte, l'attention doit se porter sélectivement et successivement sur chacun des mots individuels pour que les procédures d'identification de mot puissent s'appliquer. Des déficits d'orientation de l'attention spatiale sont aussi observés dans la dyslexie (Bedoin, 2015). Ils pourraient entraver l'assemblage car l'application des règles grapho-phonologiques est séquentielle, mais le passage entre les mots et les changements de lignes impliquent aussi l'orientation de l'attention. D'autres déficits d'orientation s'expriment par une mini-négligence qui perturbe le traitement des lettres les plus à gauche dans le mot (Hari et al., 2001). Enfin, l'attention de certains dyslexiques est trop étendue à droite (Geiger et Lettvin, 2000) et ces lecteurs souffrent parfois de difficultés à inhiber la partie droite de l'espace lorsqu'ils engagent l'attention à gauche (Facoetti et al., 2006). Au niveau du mot lui-même, des traitements visuo-attentionnels sous-tendent le traitement de l'ensemble des lettres de la séquence. Il est notamment nécessaire que l'enfant distribue son attention visuelle de façon équirépartie sur l'ensemble des lettres qui composent le mot, pour que les lettres puissent être traitées en parallèle et le mot correctement identifié. La reconnaissance d'un mot implique donc un processus visuel qui repose sur la capacité à traiter précisément et simultanément toutes les lettres d'un mot à la bonne position. Une Fenêtre attentionnelle étroite, et donc un empan visuo-attentionnel réduit empêche de comparer l'identité et la position de toutes les lettres du mot aux représentations orthographiques lexicales (Valdois et al., 2003).

Des déficits visuo-attentionnels peuvent intervenir à des niveaux moindres, au niveau des étapes élémentaires, entraînant une non efficacité des deux voies de procédures. L'un de ces déficits est un déséquilibre entre les modes de traitement global et local de la scène visuelle et l'impact de l'interférence issue d'un niveau sur l'autre. Alors que le normo-lecteur privilégie la structure de l'information visuelle (niveau global) en traitant spontanément la configuration, certains dyslexiques, négligent ce niveau d'organisation et leur attention est anormalement attirée par l'identité des détails (Bedoin et al., 2009 ; Kéïta, 2007). D'autres dyslexiques peuvent au contraire favoriser le niveau global et n'être pas assez sensible aux interférences issues niveau local. En outre, l'effet de le phénomène de crowding (encombrement visuel) est exacerbé chez certains dyslexiques et rend l'identification des lettres difficile car les lettres à proximité créent un masquage latéral. Le mécanisme d'association lettres/mot, qui permet la sélection des lettres du mot cible et l'exclusion des mots environnants, intervient également en amont de l'assemblage et de l'adressage (Lewis et Frick, 1999).

Ainsi, un trouble visuo-attentionnel peut entraîner également un déficit du décodage et/ou de la procédure lexicale et se traduire par des profils de lecture différents, de type surface ou mixte (Valdois, 2014).

Malgré une augmentation progressive du niveau de lecture des enfants dyslexiques avec l'âge et la rééducation orthophonique, il reste inférieur à celui des enfants de leur âge. Même les adultes, ayant acquis un niveau satisfaisant de reconnaissance des mots et de compréhension des textes suite à une rééducation adaptée, souffrent d'un manque persistant de fluence de la lecture, ce qui témoigne d'un défaut d'automatisation des procédures de lecture (Shaywitz et al., 2008).

Nous nous interrogeons dans ce travail sur l'instabilité de la relation entre troubles cognitifs sous-jacents et procédures de lecture, soulignant l'importance de l'origine cognitive du trouble d'identification du mot écrit afin d'adapter la prise en charge. Cette origine est à préciser par l'évaluation des processus phonologiques mais aussi des

processus visuo-attentionnels, souvent délaissés en clinique. Quelles sont leurs prévalences respectives ? Quels sont les liens entre les différents troubles visuo-attentionnels ? Les troubles phonologiques sont-ils toujours présents, isolés ou associés aux troubles visuo-attentionnels ? Quels liens peut-on faire entre ces troubles cognitifs et les procédures de lecture ? Quel est l'intérêt de cette évaluation ?

Nous tenterons ainsi de vérifier nos hypothèses :

- Tous les enfants dyslexiques de notre population (CM1, CM2, 6^{ème}, 5^{ème}) devraient présenter des performances altérées par rapport aux enfants de même âge chronologique aux épreuves phonologiques et/ou visuo-attentionnelles.
- Du fait d'une évaluation commune des compétences phonologiques et visuo-attentionnelles, il est attendu un pourcentage plus important d'enfants présentant un « double déficit ».
- La présence d'un « double déficit » devrait entraîner des troubles d'identification plus importants.
- La taxonomie des troubles dyslexiques doit se fonder sur l'origine cognitive du trouble et non sur les procédures de lecture pour orienter la prise en charge.
- L'évaluation cognitive des aspects phonologiques et visuo-attentionnels est indispensable à la compréhension des troubles de la lecture.

Au préalable, seront présentés deux modèles du développement et du fonctionnement de la lecture, appuyés par les hypothèses des mécanismes déficitaires à l'origine de la dyslexie et la définition générale de ce trouble affectant la lecture. La problématique et les hypothèses de la recherche seront étayées. Subséquemment, au détail du protocole expérimental et des diverses épreuves spécifiques d'évaluation, nous présenterons et analyserons quantitativement et qualitativement les données recueillies. Enfin, ces résultats seront discutés à la lumière des théories récentes, en lien avec notre problématique, nos hypothèses et les choix expérimentaux.

Chapitre I

PARTIE THEORIQUE

I. Modèles du développement et du fonctionnement de la lecture

1. Modèle d'identification du mot écrit, de la double voie de Coltheart (1978, 2001)

Les modèles développementaux sont issus du modèle de la double voie de Coltheart. Le modèle présente deux voies parallèles et indépendantes permettant de traiter l'ensemble des mots que peut rencontrer le lecteur (Figure 1). Coltheart présuppose que les informations phonologiques, orthographiques et sémantiques, relatives aux mots, sont représentées dans une partie de notre mémoire appelée « lexique mental ». C'est en manipulant ces représentations symboliques (phonèmes, graphèmes, morphèmes, concepts), stockées dans des secteurs particuliers de la mémoire, que nous parvenons à lire et à accéder au sens de ce qui est lu. D'après le modèle, la reconnaissance visuelle de mots isolés s'opère selon deux voies de traitement différentes permettant d'accéder au lexique mental : la procédure non-lexicale (ou procédure phonologique ou voie indirecte ou voie d'assemblage ou sublexicale ou décodage) et la procédure lexicale (ou voie visuo-orthographique ou voie directe ou voie d'adressage ou lecture globale). Coltheart soutient que les informations orthographiques et phonologiques sont des sources possibles distinctes d'activation dans l'identification des mots écrits.

En 2001, Coltheart réactualise son modèle. Il propose un modèle de référence permettant d'analyser en détail les mécanismes d'identification du mot écrit pour en comprendre les dysfonctionnements (Dual Route Cascade, DRC) qui intègre deux composantes (Figure 2). La première, non spécifique à la lecture, est la reconnaissance des traits visuels et la seconde, spécifique à la lecture, est la reconnaissance des unités lettres d'où deux voies de lecture peuvent être activées, la voie phonologique et la voie lexicale. Chaque voie (lexicale et non lexicale) est composée d'un nombre de niveaux interagissant et ces niveaux contiennent des unités symboliques (des traits visuels, des lettres, des mots, des phonèmes). Les différentes unités peuvent interagir via des connexions excitatrices ou inhibitrices (sauf entre le lexique orthographique et le lexique phonologique où les connexions sont seulement excitatrices). Comme son nom l'indique, l'information dans DRC est transmise en cascade d'un niveau à l'autre ; dès qu'un niveau est activé, cette activation est transmise aux autres niveaux du modèle.

1.1. La voie d'assemblage

La voie d'assemblage traite analytiquement et séquentiellement les mots nouveaux ou pseudo-mots (« brocoli »), par conversion des graphèmes en phonèmes. Il existe des codes phonémiques pour identifier les unités de parole (les phonèmes) reliés aux codes graphémiques utilisés en lecture. La correspondance grapho-phonémique est possible

grâce à des règles de correspondance mises en place par le lecteur, apprises explicitement à l'école, qui lui permettent d'établir rapidement des associations entre un graphème et un phonème, ou inversement. Ensuite, les codes phonémiques activés doivent être assemblés pour former une chaîne qui pourra être comparée aux entrées phonologiques du lexique mental. Cette voie d'assemblage nécessite au delà d'un système de correspondance graphème-phonème, l'acquisition de règles de conversion : par exemple les graphèmes /a/ et /i/ renvoient chacun à un phonème différent mais s'ils se présentent ensemble dans cette configuration de bigraphe /ai/ renvoient à un troisième phonème, puis un quatrième pour le trigraphe /ain/.

La procédure d'assemblage est fondamentale puisqu'elle permet un auto-apprentissage de la lecture étant donné que les représentations orthographiques des mots s'acquièrent principalement à l'occasion des multiples rencontres et tentatives de décodage phonologique des mots.

1.2. La voie d'adressage

La voie d'adressage effectue un traitement simultané du mot à partir de l'activation d'un lexique mental mémorisé, sous forme orthographique et sonore du mot, durant l'apprentissage de la lecture. En lecture, suite au traitement visuel, la représentation orthographique du mot est activée au sein du lexique orthographique et donne accès à la forme sonore phonologique correspondant à ce mot et à son sens. L'activation de cette trace orthographique permet d'accéder à l'ensemble des sens associés, lors des rencontres antérieures, et à la forme phonologique. Cette voie ne peut traiter que les mots connus réguliers (« robe ») et irréguliers (« monsieur ») dont les représentations sont disponibles dans le lexique mental.

Un bon lecteur utilise les deux voies en parallèle ; nonobstant, l'individu dyslexique présente une déficience pour l'utilisation d'une des deux voies, voire des deux.

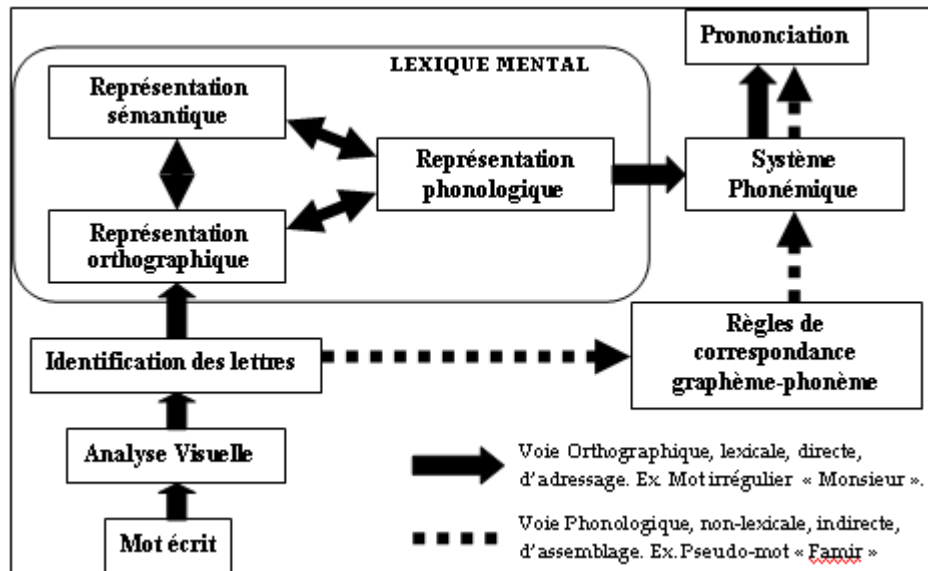


Figure 1 : Modèle à double voie, Coltheart 1978

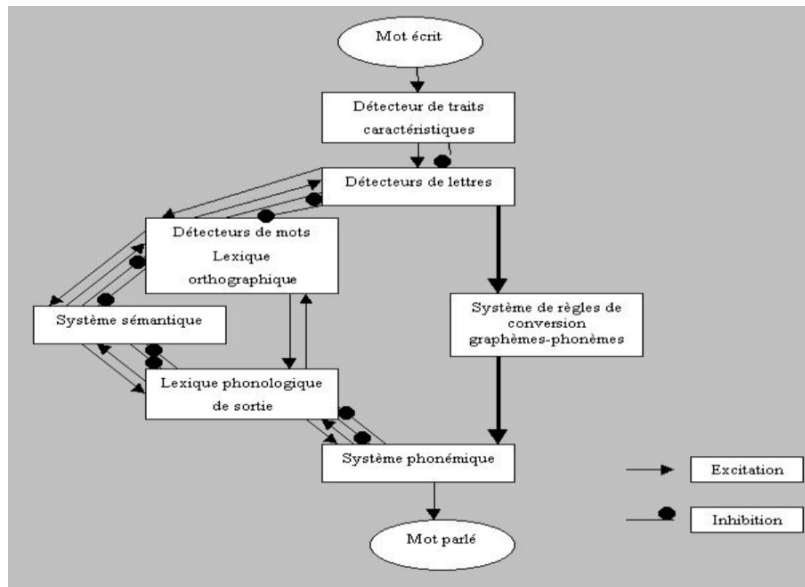


Figure 2 : Modèle DRC (Dual Route Cascade) de Coltheart et al., 2001

1.3. Critique du modèle

Ce modèle de reconnaissance des mots est indispensable pour décrire les mécanismes de lecture (dissociation fonctionnelle dans un contexte de trouble acquis) mais ne rend pas compte de l'apprentissage de la lecture et des troubles développementaux de la lecture (Casalis & Leloup, 2013). Il s'agit d'un modèle statique rendant compte du système cognitif d'un lecteur expert, son utilisation en contexte développemental est critiquable. Il faudrait, dans l'idéal, disposer d'un modèle de référence capable de décrire la dynamique du système de lecture au cours de l'apprentissage. Or, les modèles développementaux à étapes dont nous disposons actuellement (Frith, 1985; Coltheart, 1978 ; Seymour, 1986,

1993) sont insuffisamment spécifiés, quant aux composantes cognitives nécessaires à chaque étape, pour guider l'évaluation cognitive.

Il est néanmoins admis que la voie d'assemblage tient une place prépondérante en début d'apprentissage, puisqu'elle est chronologiquement la première utilisée. Si l'on conçoit que chez l'adulte les deux voies sont relativement autonomes, il semble peu plausible que ces deux voies soient si distinctes chez l'enfant au cours de l'apprentissage. Les deux voies ne sont pas totalement indépendantes lors de l'apprentissage et les traitements effectués par la voie phonologique contribuent à enrichir les connaissances lexicales (Share, 1999). Le niveau de compétence analytique va donc partiellement déterminer le niveau de compétence lexicale de l'enfant. (Jacquier-Roux, Valdois & Zorman, 2002). Le recodage phonologique ou mécanisme d'auto-apprentissage (Share, 2004) permet le passage du code aux représentations lexicales orthographiques (voie lexicale) et reflète la dynamique entre les deux procédures de lecture. La voie d'assemblage bénéficie en retour d'un accès direct à des unités sub-lexicales de taille croissante (syllabe, morphème).

Le décodage a donc un rôle crucial dans la dynamique développementale et tout déficit de cette procédure entraîne des difficultés dans la mise en place du lexique orthographique.

2. Modèle connexionniste, ACV98 (Ans, Carbonnel & Valdois, 1998)

Si le modèle à double voie illustre bien le fait qu'un trouble phonologique altérant la voie d'assemblage est au cœur de la dyslexie phonologique, il n'apporte pas véritablement d'explication quant au trouble cognitif causant la dyslexie de surface, outre l'incompétence de la voie d'adressage. Les dyslexies développementales sont sous-tendues par les interactions entre les différents processus cognitifs sous-jacents mais aussi corrélées à la dynamique d'apprentissage de la lecture. En s'y intéressant, le modèle connexionniste de Ans, Carbonnel et Valdois (1998) propose de combler ce manque. Le modèle s'appuie sur deux hypothèses principales : une interaction forte entre orthographe et phonologie et une auto-structuration du système basée sur le renforcement des connexions du réseau. Le modèle ACV98 s'intéresse à la dynamique de d'apprentissage de la lecture, en intégrant le principe d'une fenêtre visuo-attentionnelle : considérant que la prise d'informations visuelles lors de la lecture comporte des temps de fixation sur les lettres constituant les mots et des saccades, ces chercheurs ont pris en compte le nombre maximal de caractères traités par le lecteur lors d'une fixation, appelé empan visuo-attentionnel ou fenêtre visuo-attentionnelle. Ils proposent qu'une limitation de l'empan visuo-attentionnel serait un déficit potentiel responsable de la dyslexie. La lecture est modélisée selon quatre couches, deux couches orthographiques (O1 et O2), une couche de sortie phonologique (dont les unités codent les phonèmes) et une couche centrale de mémoire épisodique. Les deux procédures de lecture, globale et analytique, fonctionnent successivement et dépendent de la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle.

2.1. Élaboration des processus

La fenêtre visuo-attentionnelle englobe la totalité de la couche orthographique du mot (O1). L'activation des unités de cette couche orthographique (O1) se propage à celles de la couche mémoire épisodique où sont stockées toutes les représentations orthographiques du lecteur. La mémoire épisodique génère deux patterns correspondant au stimulus cible : l'un adressé à la couche orthographique (O2) et le second à la représentation phonologique. Le système compare le pattern activé dans la couche orthographique O1 au pattern adressé à la couche orthographique O2. S'ils correspondent, la représentation phonologique est acceptée et le mot est lu : cela correspond à la procédure par adressage, qualifiée ici de globale. Cependant, si O1 et O2 diffèrent, c'est-à-dire que le stimulus n'est pas présent dans le stock lexical orthographique, cette procédure est en échec et le traitement bascule en procédure analytique. La fenêtre visuo-attentionnelle se réduit pour encadrer la plus large portion reconnue du stimulus (morphème, syllabe, dygraphe, etc.), traitée de la même manière que dans la procédure globale, avec la comparaison de O1 et O2. Une fois traitées et maintenues en mémoire temporaire phonologique, les unités sont fusionnées en une séquence phonologique entière et le mot peut être lu (Keïta, 2007). Rappelons qu'à chaque apprentissage, les informations orthographiques (O1) et phonologiques sont activées simultanément. Ainsi, le lien entre ces deux informations est stocké dans la mémoire épisodique et correspond à la création d'une trace-mot ou d'une trace-segment. Le fonctionnement de ce modèle ne nécessite pas de système de règles de conversion grapho-phonémique et repose sur la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle et sur l'étendue du stock lexical orthographique du sujet. Une procédure n'est pas spécifiquement dédiée à un type de mot, puisque deux voies distinctes sont décrites mais elles utilisent les mêmes sous-systèmes. Seule la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle, déterminée par la familiarité des mots, et le mode d'implication des composants phonologiques (en une seule étape ou en plusieurs étapes successives) les différencient.

Le modèle distingue donc deux procédures de lecture, qui se caractérisent par des fenêtres visuo-attentionnelles de taille différente : une fenêtre de grande taille qui englobe l'ensemble du mot lors du traitement global, et une fenêtre de petite taille, réduite à des portions de mot lors du traitement analytique. Un dysfonctionnement du mécanisme phonologique ou visuo-attentionnel pourrait être alors à l'origine des différentes formes de la dyslexie.

Ce modèle met ainsi l'accent sur la nécessité d'un accès direct, d'une correspondance par adressage, y compris pour les plus petites unités, les graphèmes, qui seront ensuite assemblées. Comme tout modèle celui-ci n'est pas exempt de critiques et limites : la principale porte sur l'idée qu'il exonère le lecteur de règles de conversion. En effet, si l'on prend l'exemple d'un mot irrégulier comme « hiver », le lecteur qui traite la syllabe « ver », voire le digraphe « er » doit résoudre la double correspondance phonologique.

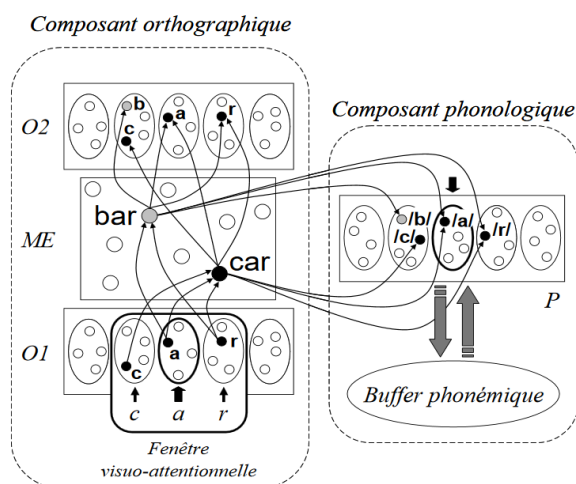


Figure 3 : Représentation schématique du modèle ACV98, 1998

2.2. L'interprétation des dyslexies développementales

2.2.1. La dyslexie phonologique

D'après ce modèle, la dyslexie phonologique est liée à une difficulté d'acquisition des traces mnésiques des segments de mots. Pour certains, ce trouble serait dû à un déficit du buffer phonologique, notamment pour la fusion des phonèmes, expliquant les difficultés massives en métaphonologie. La lecture spécifique des non-mots est difficile et l'acquisition des représentations orthographiques des mots ralentie. En résumé, cela peut révéler des profils comportementaux de type mixte, alors que le trouble sous-jacent est de nature purement phonologique.

S'interroger sur l'origine phonologique ou visuelle de la difficulté d'acquisition des traces reste une vaste interrogation. En effet, il s'agit d'acquérir un lien entre une unité graphémique et une unité phonologique. Les processus visuels qui permettent d'identifier chaque unité comme distincte seraient liés à des représentations phonologiques qui soutiennent la perception de la singularité de chaque représentation phonologique et à des compétences associatives qui permettent d'associer durablement la représentation graphémique à la représentation phonologique et donc d'accéder très rapidement à une représentation depuis l'autre.

2.2.2. La dyslexie de surface

La dyslexie de surface est caractérisée par un trouble visuo-attentionnel avec une réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle altérant la procédure d'adressage. Ainsi, la quantité d'éléments visuels distincts traités en simultané est réduite. Si les segments de mots sont bien mémorisés, le stockage et l'acquisition des traces-mots sont défectueux, rendant la lecture des mots irréguliers difficile. De plus, cette fenêtre visuo-attentionnelle

réduite gêne la conversion graphème-phonème pour les digraphes et les trigraphes et le traitement en parallèle des unités infra-syllabiques, affectant la lecture des mots réguliers et des non-mots. Cela peut aboutir à un profil comportemental mixte alors que le trouble cognitif sous-jacent est purement visuo-attentionnel (Bosse, Tainturier & Valdois, 2006).

2.2.3. La dyslexie mixte

La coexistence de troubles visuo-attentionnel et phonologique explique la dyslexie dite mixte, mais pourrait être en fait assez rare. Ce modèle souligne la nécessité de caractériser le trouble cognitif responsable de la dyslexie du sujet et de créer des outils permettant d'en détecter la nature pour adapter la prise en charge.

2.3. Protase de la théorie de l'empan visuo-attentionnel

Certains enfants dyslexiques souffrent d'une réduction de la fenêtre attentionnelle, ils extraient donc moins d'informations en simultané. Il en découle la réduction de l'empan visuo-attentionnel (Bosse, Tainturier & Valdois, 2006). L'empan visuo-attentionnel, défini comme la quantité d'éléments distincts que l'on peut traiter en parallèle dans un stimulus complexe au cours d'une seule fixation oculaire (200 ms, temps moyen d'une fixation en lecture), est un estimateur de la qualité de distribution de l'attention visuelle sur l'ensemble d'une séquence (Bosse, 2007).

II. Hypothèses sur les mécanismes cognitifs déficitaires à l'origine de la dyslexie

Le dépistage et le diagnostic des dyslexies développementales doit s'appuyer en référence à un modèle cognitif. Il s'agit de spécifier la nature des difficultés de lecture et de rechercher les dysfonctionnements cognitifs qui leur sont associés. Pour cela, il est nécessaire de proposer à l'enfant des épreuves spécifiques testant chacune des composantes impliquées dans la lecture. L'évaluation permet ainsi de déterminer quels sont les processus de lecture fonctionnels et dysfonctionnels ainsi que ceux qui ne se sont pas mis en place au cours de l'apprentissage. Elle conduit à dresser pour le langage écrit un profil cognitif de l'enfant.

Les recherches en neuropsychologie ont permis de mettre en exergue les compétences nécessaires pour l'apprentissage normal de la lecture et les processus cognitifs sous-jacents qui sous-tendent cet apprentissage. Ces compétences et processus sont limités ou déficitaires chez les enfants dyslexiques.

La conception unitaire a longtemps considéré le trouble phonologique comme seul déficit cognitif associé aux troubles d'apprentissage de la lecture. L'hétérogénéité des enfants dyslexiques s'expliquait alors par le degré de sévérité du trouble ou le type de stratégie préférée par l'enfant (dyslexie de surface ou dyslexie phonologique). Pourtant, l'absence de trouble phonologique dans certains cas de dyslexie, voire même des performances supérieures dans ce domaine, suggère une conception pluraliste : d'autres processus cognitifs sont essentiels pour la lecture (Valdois, 2003).

1. Hypothèse phonologique

La théorie d'un déficit phonologique, comme origine d'un trouble de la lecture, reste l'hypothèse explicative la plus étayée et reconnue dans les travaux de recherche. La lecture est une activité de langage qui se construit secondairement et par un apprentissage explicite sur les bases du langage oral. Lire repose à la fois sur une modalité visuelle (décodage des graphèmes) et sur une modalité verbale (faire le lien entre les sons et les mots qu'ils vont constituer). Des travaux ont montré des différences d'activation cérébrale entre les enfants normo-lecteurs et dyslexiques (Robichon & Habib, 1996) lors de tâches phonologiques sur entrée auditive, notamment une hypoactivité des régions temporales postérieures chez les dyslexiques ce qui renforce l'hypothèse d'un déficit phonologique sous-jacent.

Au début de la phase d'apprentissage de la lecture, le jeune enfant ne dispose pas d'un stock orthographique et procède par décodage. Notre système d'écriture étant alphabétique, l'enfant doit donc intégrer le système de conversion grapho-phonémique. Ainsi, l'apprenti lecteur convertit les graphèmes en phonèmes puis maintient dans sa mémoire à court-terme la séquence de phonèmes décodés pour les assembler. Il parvient à la forme globale sonore du mot cible pour accéder à sa prononciation et à son sens.

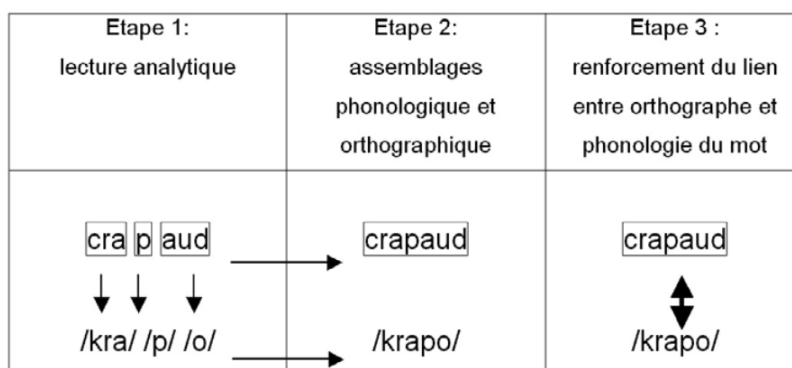


Figure 4 : Hypothèse des différents traitements permettant l'acquisition d'une connaissance lexicale orthographique nouvelle par auto-apprentissage, Bosse 2005

Des études ont montré qu'il existe, dans les langues alphabétiques, une forte corrélation entre apprentissage de la lecture et capacités métaphonologiques (Bradley & Bryant,

1983; Lundberg, Frost & Petersen, 1988). Ainsi, le trouble phonologique peut affecter la représentation des sons de la langue (Sprenger-Charolles, Colé, Lacert, & Serniclaes, 2000) et/ou l'organisation de ces représentations (Bedoin, 2003). L'enfant dyslexique n'a pas acquis certaines compétences phonologiques nécessaires au langage écrit. Enfin, les dysfonctionnements phonologiques se manifestent à différents niveaux : conscience phonologique, mémoire à court terme (difficultés de stockage des représentations phonémiques dans le buffer phonologique), mémoire à long terme (récupération des représentations lexicales phonologiques), répétition et évocation lexicale ou dénomination rapide. D'ailleurs de nombreuses études longitudinales confirment que la conscience phonologique, la mémoire à court terme phonologique et les habiletés de dénomination rapide constituent les prédicteurs essentiels de l'apprentissage de la lecture (Anthony et al., 2007 ; McCardle et al., 2001 ; Schatschneider, et al., 2004 ; Sprenger-Charolles et al., 2000).

Toutefois, il convient d'affiner la notion de trouble phonologique sous-jacent : il est possible de distinguer des enfants avec un possible déficit des représentations phonologiques et d'autres avec des difficultés d'accès et de manipulation de ces unités. Ainsi les sujets ayant des troubles du langage écrit peuvent percevoir correctement et identifier des phonèmes proches mais ne savent les manipuler dans des tâches complexes comme la lecture, des tâches d'empan ou de métaphonologie (Ramus et al. 2013). Ramus et al. pointent par ailleurs l'existence d'enfants avec un trouble phonologique à l'oral qui ne développent pas de trouble spécifique du langage écrit.

Nous verrons par ailleurs que l'empan phonologique (ou buffer phonologique) de la mémoire de travail bénéficie des capacités de recodages et autres stratégies de haut-niveau. Si le sujet dispose d'une sortie orthographique pour des unités phonologiques à mémoriser ou traiter il améliore ses performances en métaphonologie. Ce qui conduit Castles et Coltheart à s'interroger sur le lien métaphonologie/lecture, qui relève de la co-construction plus que de la séquentialité ou causalité (Castles, A. & Coltheart, 2004)

1.1. Développement de la conscience phonologique

La difficulté principale de l'apprentissage de la lecture dans un système alphabétique vient de la nécessité de comprendre que les caractères alphabétiques, les lettres, correspondent à des unités de l'oral qui ne sont pas des syllabes mais de plus petites unités, appelées phonèmes (Colé, 2004). L'apprenti lecteur doit procéder à une analyse consciente de la structure du langage oral. « Métaphonologie », « habiletés phonologiques » ou encore « conscience phonologique » sont autant d'appellations dans la littérature qui correspondent au traitement phonologique acquis par l'enfant dès l'apprentissage de la lecture. Cette conscience phonologique peut être définie comme la prise de conscience que la parole est composée d'unités (syllabes et phonèmes) qui se combinent. L'enfant affine sa perception des phonèmes en prenant conscience de la structure de la parole.

La capacité à manipuler les syllabes se développe très tôt (Lieberman et al., 1974). Cependant, la capacité à manipuler explicitement des phonèmes, plus tardive, dépend de l'apprentissage explicite et conscient de la lecture (Bryant, Maclean, Bradley et

Crossland, 1990). La conscience phonologique est définie comme la capacité à détecter, identifier et manipuler (segmentation, fusion, combinaison, suppression) les unités sonores du langage telles que la syllabe, l'attaque/rime et le phonème. Dans la littérature, une distinction est faite entre ce qu'on appelle les unités larges, souvent assimilées aux parties rimantes des mots (syllabes, unités intra-syllabiques) et les unités réduites que l'on identifie aux éléments de la parole (phonèmes) qui correspondent aux graphèmes. La manipulation de ces unités s'appelle l'épiphonologie. En fait, la syllabe présente une structure hiérarchique interne. Elle comporte deux parties principales qualifiées d' « intra-syllabiques » : l'attaque et la rime (en anglais « rime » diffère de « rhyme » qui correspond à la rime poétique). L'attaque est la partie consonantique initiale de la syllabe. C'est une consonne isolée ou un groupe de consonnes. Quant à la rime, elle est constituée par la voyelle (pic) et les éventuelles consonnes qui la suivent (coda). Les phonèmes résultent ou non de la décomposition de ces unités intra-syllabiques (dans le mot « bon », l'attaque est /b/ et la rime /ɔ̃/ ; dans le mot « bloc », l'attaque est /bl/ et la rime /oc/). Dans une description alternative, la syllabe inclut l'attaque + la voyelle (body) et la coda.

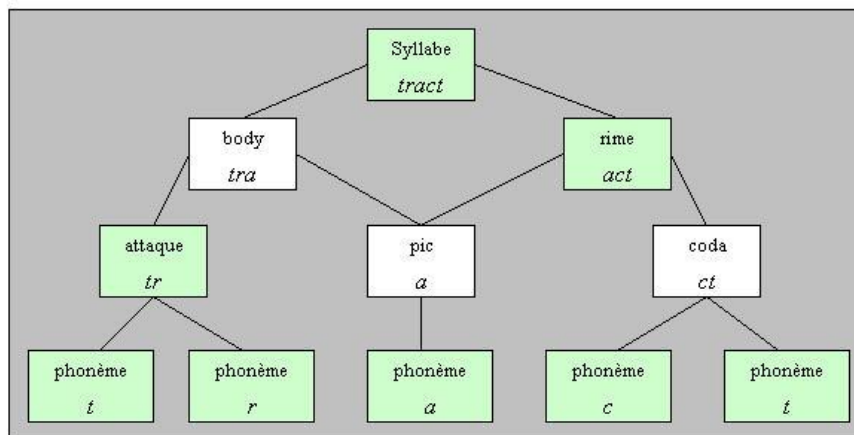


Figure 5 : Structure hiérarchique de la syllabe, Seymour, 1999

CLAVIER	
2 SYLLABES :	CLA –VIER
ATTAQUES :	[kl] [v]
RIMES :	[a] [ie]
6 PHONEMES :	/k/ /l/ /a/ /v/ /i/ /e/

L'enfant acquiert les syllabes puis les rimes et les attaques pour enfin prendre conscience des phonèmes. Il s'agit alors d'une progression allant des unités larges vers les plus réduites. Ceci peut s'expliquer par le fait que la syllabe apparaît comme une unité facilement perçue car aisément isolable dans l'acte articulatoire (Alegria & Morais, 1989). L'habileté à structurer les mots en syllabes semble donc émerger implicitement dès que les enfants commencent à utiliser le langage oral. La conscience syllabique existe donc bien avant l'apprentissage de la lecture (Bentin, 1992). À l'inverse, le phonème, qualifié d'abstraction linguistique, est plus difficilement appréhendé (Lieberman et al., 1974) car en dehors des voyelles, il n'est pas directement perceptible dans la parole en raison des phénomènes de coarticulation (Bentin, 1992 ; Morais, 1991). En effet, les

phonèmes ne sont pas prononcés les uns à la suite des autres mais en un seul geste articulatoire à l'intérieur d'une syllabe (Colin, 2004).

Par ailleurs, des études suggèrent que les habiletés de traitement phonologique et les habiletés de lecture se développent de manière bidirectionnelle (Bruck, 1992). Déjà en 1987, Morais, Alegria et Content proposent l'alternative d'un lien de « causalité réciproque ». Les habiletés d'analyse phonémique ne se développent pas naturellement, sans stimulation spécifique et sans lien avec l'apprentissage de la lecture. Et pourtant, ces capacités phonémiques peuvent être développées avant l'apprentissage de la lecture, au moyen de certaines activités et, en conséquence, avoir un effet sur son apprentissage (Morais et al., 1979). C'est-à-dire qu'une sensibilité phonologique initiale permet l'entrée dans l'apprentissage des correspondances graphophonologiques qui, en retour, provoque la conscience des phonèmes. Ce constat a notamment été exposé par une étude longitudinale réalisée auprès d'enfants scolarisés en primaire (Sprenger-Charolles, Siegler, Béchennec et Serniclaes, 2003). La conscience phonémique et l'acquisition des habiletés de lecture s'influencent donc l'une et l'autre. De même, Castles, Holmes, Neath, et Kinoshita (2003) avancent que l'existence du lien entre conscience phonémique et apprentissage de la lecture est une conséquence de l'utilisation d'informations orthographiques pour résoudre les tâches phonologiques. Certains auteurs concluent que c'est uniquement lorsqu'elle est associée à l'apprentissage des lettres et des associations lettres-sons que la conscience phonémique a un impact plus direct sur l'apprentissage (Colé, 2004). Pour Schneider, Roth et Ennemoser (2000) c'est également la combinaison des activités de segmentation et de fusion intentionnelle des phonèmes avec l'enseignement de l'identité des lettres et des correspondances entre les lettres et les sons qui constitue la condition la plus favorable à l'acquisition et au développement du décodage grapho-phonémique et donc de la lecture.

L'enfant doit donc prendre conscience que les mots sont constitués de sons pour apprendre à lire, et inversement, la découverte de la lecture dans un système alphabétique fait émerger différentes unités phonétiques. Il existe ainsi une relation d'interdépendance bidirectionnelle entre la lecture et la conscience phonologique.

1.1.1. Le trouble phonologique

Les études montrent un fort lien entre les compétences de conversion et les habiletés phonologiques ainsi que d'une manière plus générale entre les compétences en lecture, surtout lecture de pseudo-mots, et la conscience phonologique (Griffiths et Frith, 2002). Ainsi, « les capacités de traitement phonologique font référence au traitement intentionnel des unités linguistiques plus petites que le mot. Par trouble phonologique, on entend un trouble de la conscience phonologique, et plus précisément de la conscience des phonèmes. Ce trouble entraîne un défaut dans la représentation, le stockage et/ou la récupération des sons. On constate que les personnes présentant ce déficit n'arrivent pas à segmenter les mots en sons » (Ramus et al., 2008).

Les principales tâches utilisées et destinées à évaluer puis développer la conscience phonologique sont la segmentation phonémique (quels sons composent le mot 'rat') et la fusion de phonèmes (mot ou non-mot épilé phonème par phonème à reconstituer). Les

compétences de fusion et de segmentation nécessitent une série de traitements auditifs, visuels et un stockage efficace dans la mémoire de travail. Cette conversion graphème-phonème exige donc, selon Gombert, une connaissance de l'alphabet et une maîtrise métaphonologique de l'unité phonémique. Mais la correspondance grapho-phonémique reste controversée et est, pour d'autres, en lien avec la connaissance de l'alphabet : elle n'exige pas de maîtrise métaphonologique mais la rend possible

La conscience phonologique vise ainsi à soulager la mémoire phonologique et la lecture par assemblage est moins coûteuse en énergie. Enfin, l'automatisation des correspondances et conversions, et surtout le recours à l'adressage, permet de se consacrer au sens.

1.1.2. Le rôle des capacités métaphonologiques dans l'apprentissage de la lecture

La conscience phonologique est considérée comme un facteur critique pour l'apprentissage de la lecture. De nombreuses études se sont intéressées à l'évaluation du niveau de conscience phonologique chez des enfants en grande section de maternelle et en cours préparatoire et à la corrélation avec leur niveau ultérieur en lecture. Pour Escalle (2000), il constitue indéniablement un de ses meilleurs prédicteurs. Théorie soutenue par Goswami et Bryant (1990) puisque les enfants testés présentant des retards en lecture manifestent également des difficultés phonologiques importantes. De même, les enfants dyslexiques présentent des scores inférieurs à ceux de normo-lecteurs, appariés en âge chronologique, dans certaines tâches phonologiques (Sprenger-Charolles, Colé, Lacert, & Serniclaes, 2000).

La conscience phonémique est importante pour la compréhension du principe alphabétique dans les premières étapes de la mise en place de la procédure phonologique ou voie d'assemblage. Et l'automatisation de cette procédure permet à l'enfant d'utiliser des unités de recodage plus larges que les phonèmes (Sprenger-Charolles & Colé, 2003). Prépondérante en début d'apprentissage de la lecture, l'influence de la conscience phonologique diminue en relation avec l'automatisation de la lecture et le recours de plus en plus important à la voie d'adressage (Martin et al., 2003).

Par ailleurs, la grande majorité des études révèle un effet largement significatif des entraînements destinés à développer la conscience phonémique sur le niveau de lecture, les performances des groupes entraînés étant supérieures à celles des groupes contrôles (Bus & Van Ijzendoorn, 1999 ; Ehri et al., 2001). En effet, ces entraînements semblent permettre une amélioration des performances en décodage et en orthographe. Les rares expériences menées auprès d'enfants français confirment ces résultats. Par exemple, l'étude de Lecocq (1991), menée auprès d'enfants suivis de la grande section de maternelle au cours préparatoire, montre que les entraînements de la conscience phonémique ont une importance primordiale dans l'acquisition de la lecture bien que d'autres compétences telles que la mémoire de travail participent également à cette acquisition. Bus et Van Ijzendoorn (1999) précisent que c'est l'entraînement conjoint de

la conscience phonologique et de la connaissance des lettres qui permet une influence plus importante sur l'apprentissage de la lecture que les entraînements isolés.

Lire nécessite de segmenter correctement les groupes de lettres pour ensuite pouvoir les associer en sons. Chaque son après fusion est maintenu en mémoire de travail. Et chaque syllabe est fusionnée avec sa précédente maintenue en mémoire à court terme. Les habiletés de manipulation de la structure phonologique reposent en partie sur les capacités de stockage en mémoire de travail. Et l'accès au sens se fait alors par la comparaison de la forme phonologique découverte à une forme phonologique stockée en mémoire à long terme.

1.2. La mémoire phonologique

Bien que la notion de « mémoire phonologique » soit fréquemment utilisée, elle n'est pas toujours clairement définie. Dans un article de synthèse sur le développement général de la mémoire, Gathercole (1998) regroupe sous le terme de « mémoire à court terme phonologique » deux composantes : « la boucle phonologique » du modèle de mémoire de travail de Baddeley (1986) et « l'influence des connaissances phonologiques en mémoire à long terme » (Baddeley, 1986; Gathercole, 1998). En plus de ces deux composantes, nous incluons dans notre étude de la mémoire phonologique la composante sérielle de la mémoire à court terme ou mémoire de l'ordre.

La figure a été conçue à partir des modèles de Baddeley (1986, 2000), Burgess et Hitch (1999) et Gupta et MacWhinney (1997, 2003) et modélisée par Nithart (2008).

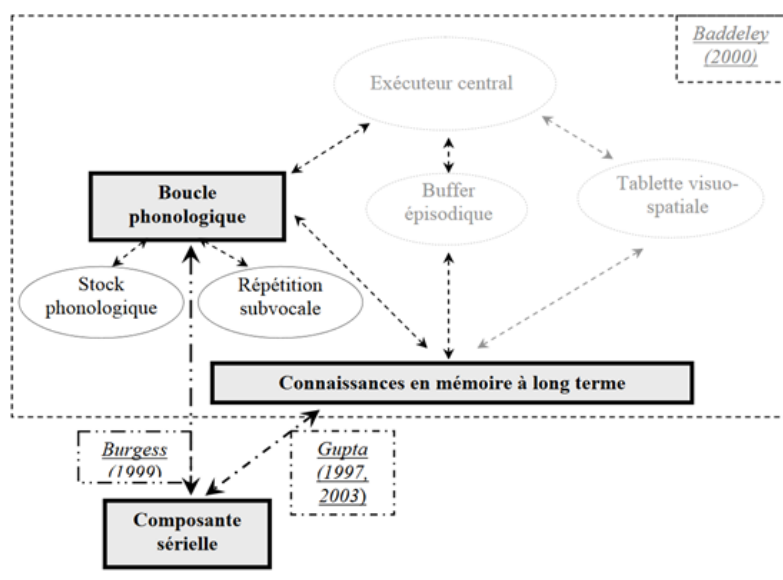


Figure 6 : Représentation schématique des différentes composantes de la mémoire phonologique et de leurs interrelations, Nithart 2008

Représentation schématique des différentes composantes de la mémoire phonologique et de leurs interrelations (en grisé et traits noirs). A partir des modèles de la mémoire de travail de Baddeley (1986, 2000) (en tirets) et de la mémoire de l'ordre de Burgess et Hitch (1999) et Gupta (1987, 2003) (en tirets et pointillés)

1.2.1. Capacité de la mémoire à court terme

La mémoire à court terme gère le stockage des informations durant quelques secondes et est le support de la mémoire de travail qui manipule ces informations. La mémoire à court terme et la mémoire de travail sont souvent associées aux troubles de la lecture (Ramus et Szenkovits, 2008).

Le modèle de mémoire de travail développé par Baddeley (2000) reste le modèle de référence pour traiter de la mémoire à court terme. La mémoire de travail est sous-tendue par un administrateur central et deux systèmes esclaves, le calepin visuo-spatial et la boucle phonologique. L'administrateur central coordonne les informations en mémoire de travail et en mémoire à long terme et contrôle l'attention, la mise en place de stratégies d'encodage, de récupération, de traitement des informations, etc. Baddeley attribue à l'administrateur central quatre capacités de base : l'attention sélective (focalisation attentionnelle par sélection de l'information pertinente et inhibition des informations interférentes ou non pertinentes), l'attention divisée (partage de l'attention pour la coordination de plusieurs activités concurrentes, notamment la coordination des deux systèmes esclaves), la flexibilité (alternance entre les stratégies de traitement, qui suppose obligatoirement l'inhibition du processus en cours) et la capacité à activer et à récupérer des informations en mémoire à long terme. Les systèmes esclaves sont spécialisés dans le traitement d'une capacité limitée d'informations spécifiques visuelles et phonologiques.

La mémoire phonologique est organisée par la boucle phonologique qui se divise en deux sous-systèmes : le stock phonologique permettant un maintien bref de l'information sous forme phonologique durant quelques secondes et la répétition subvocale qui permet, d'une part, de réactiver les informations du stock phonologique pour en augmenter la durée de mémorisation à quelques minutes et, d'autre part, de convertir les informations visuelles en un code phonologique. La mémoire phonologique maintient donc l'information phonologique durant le temps nécessaire à l'assemblage au moment du recodage phonologique (passage de la forme orthographique à la forme phonologique). Et elle favorise l'apprentissage à long terme des correspondances graphème-phonème. Baddeley y ajoute une quatrième composante, le buffer épisodique (2000), système à capacité limitée intégrant temporairement les informations des deux systèmes esclaves, de l'exécuter central et de la mémoire à long et terme.

1.2.2. L'influence des connaissances phonologique en mémoire à long terme

La présence en mémoire à long terme de représentations phonologiques correspondant à l'information de la boucle phonologique en facilite la mémorisation et la restitution, au travers des relais que constituent le buffer épisodique et l'administrateur central (Baddeley, 2000). Les représentations phonologiques permettent notamment le complètement des informations phonologiques partiellement dégradées en mémoire à

court terme à partir des connaissances disponibles en mémoire à long terme (Gathercole, 1999). Ainsi, les représentations phonologiques connues, stockées en mémoire à long terme, soutiennent la rétention et l'identification des informations lues et présentées en mémoire à court terme.

Diverses études se sont, en outre, intéressées aux effets positifs de fréquence, de familiarité et de lexicalité (Poncellet, 2001). L'effet de fréquence se manifeste par une meilleure identification des mots fréquents au dépens des mots rares. L'effet de familiarité se manifeste par une meilleure identification des mots réguliers au dépens des mots irréguliers. L'effet de lexicalité se manifeste par une meilleure identification des mots signifiants que des non-mots. L'existence des effets de familiarité et de lexicalité, dès l'âge de 4 ans, témoigne d'une influence précoce des représentations phonologiques en mémoire à long terme (Majerus, Poncellet, Greffe, & Van der Linden, 2006). D'ailleurs, après la stabilisation de l'empan, l'augmentation des performances aux épreuves de mémoire phonologique sont principalement due à une augmentation de la précision et de l'appui des représentations phonologiques (Munson, Kurtz, & Windsor, 2005).

1.2.3. La mémoire de l'ordre

Le traitement de l'information verbale implique un traitement séquentiel de l'information (Burgess & Hitch, 1999). Burgess et Hitch (1999) ont adapté un modèle connexionniste de la boucle phonologique, ajoutant à la mémorisation des informations phonologiques (« mémoire des items ») la mémorisation de la séquence de ces informations (« mémoire de l'ordre »). Deux études portant sur la capacité de perception phonologique ont fait appel à une tâche de jugement de l'ordre (De Martino et al., 2001; Rey et al., 2002). Les performances des dyslexiques y apparaissent déficitaires, conduisant à l'hypothèse d'un déficit lié à des difficultés de traitement séquentiel des stimuli (Rey et al., 2002).

C'est donc d'abord une prise de conscience de la structure phonologique de la parole qui permet la mise en place de la procédure phonologique de l'identification de mots. Puis le respect de la séquentialité de l'écrit, l'identité et l'ordre des unités de traitement deviennent déterminants.

1.2.4. Corrélation entre le développement du vocabulaire et le développement des différentes composantes de la mémoire phonologique

Une relation étroite et réciproque a été mise en évidence entre la mémoire phonologique et le vocabulaire chez l'enfant dès 2 ans et jusqu'à l'âge adulte (Baddeley, 2003 ; Majerus, Poncellet, Greffe et al., 2006). Différentes composantes de la mémoire phonologique semblent impliquées en fonction du sens de la relation. Tandis que la capacité de stockage et la composante sérielle de la mémoire phonologique contribuent au développement du vocabulaire, le vocabulaire influence les performances en mémoire

phonologique principalement au travers de l'influence des connaissances phonologiques lexicales et sublexicales en mémoire à long terme. Les effets de lexicalité, de familiarité et de fréquence lexicale témoignent d'un effet direct des connaissances lexicales sur les performances en mémoire phonologique (Majerus & Poncelet, 2004). D'une part, l'activation des représentations de mots présentant une structure phonologique similaire aux non-mots facilite le complètement des informations en mémoire à court terme et le nombre de représentations disponibles augmente avec l'accroissement du vocabulaire (Gathercole et al., 1997). D'autre part, la confrontation répétée aux mots permet à l'enfant d'extraire et de généraliser la structure phonologique de la langue et d'en intégrer les contraintes statistiques, notamment la fréquence phonotactique qui influence les performances en mémoire à court terme (Harm & Seidenberg, 1999). La fréquence phonotactique permet d'appréhender l'ensemble des règles combinatoires des phonèmes. Ces régularités phonotactiques vont être intégrées par l'enfant grâce à la pratique de la lecture. Ainsi, l'enfant, au fil de ses lectures, va rencontrer à plusieurs reprises la séquence (-ette) pour lire le son [èt] dans des mots tels que chaussette et mouette et va progressivement mémoriser cette séquence ainsi que les graphèmes auxquels elle correspond. Dans la relation inverse, la capacité à maintenir temporairement un matériel phonologique facilite la mise en place de nouvelles représentations phonologiques lexicales en mémoire à long terme (De Jong & Olson, 2004). D'ailleurs, la relation entre mémoire et vocabulaire est précoce ce qui indique que le stock phonologique est le mécanisme fondamental de la relation entre mémoire phonologique et vocabulaire (Baddeley, 2003).

En facilitant la répétition immédiate de l'item au niveau lexical et sublexical, la mémoire de l'ordre a aussi une influence sur la mise en place de représentations lexicales, indépendamment de la mémoire de l'item (Majerus, Poncelet, Elsen et al., 2006). De nombreuses études ont mis en évidence, au moyen de mesure d'empan de chiffres, de mots ou de lettres et de répétition de non-mots, un déficit de mémoire phonologique chez les dyslexiques de la maternelle jusqu'à l'âge adulte (Swanson & Jerman, 2007). Les dyslexiques obtiennent des performances nettement dégradées dans les tâches de mémoire de travail phonologique, type répétition de pseudo-mots (Smith Park et al., 2007). Si les performances en mémoire phonologique des dyslexiques augmentent, avec l'âge, à la même vitesse que celles des autres enfants, elles restent toujours inférieures à celles des normo-lecteurs de même âge (Swanson & Jerman, 2007).

Par ailleurs, le déficit des représentations phonologiques en mémoire à long terme et du codage phonologique est considéré comme l'origine des difficultés de conscience et de mémoire phonologique des dyslexiques (Mody, 2003; Snowling, 2001). Pour Mody (2003), l'encodage des caractéristiques phonologiques constitue, en effet, la base des habiletés de conscience phonologique. Un codage phonologique défectueux et des représentations phonologiques mal définies entravent donc le développement de ces habiletés (Boada & Pennington, 2006). Les dyslexiques subissant des difficultés de segmentation de la structure phonologique des mots, leurs représentations phonologiques sont moins précises, moins structurées et moins stables que celles des enfants de même âge chronologique et de même niveau de lecture (Boada & Pennington, 2006).

1.3. Relation entre conscience phonologique, mémoire phonologique et lecture

Gathercole et al. (2005) distinguent trois hypothèses quant à la nature de la relation entre conscience et mémoire phonologiques. Selon la première hypothèse, les performances aux tâches de conscience et de mémoire phonologiques résultent d'un traitement cognitif phonologique sous-jacent commun. Selon la deuxième hypothèse, la conscience phonologique est fondée sur la connaissance de la structure phonologique de la parole tandis que la mémoire phonologique est liée à la qualité des représentations phonologiques sous-jacentes. Selon la troisième hypothèse, la conscience et la mémoire phonologiques dépendent de l'efficacité du traitement phonologique tout en étant des processus distincts (Nithart, 2008).

Les résultats tendent à confirmer que la mémoire phonologique constitue une habileté distincte mais partageant un processus commun avec la conscience phonologique. Néanmoins, l'importance des représentations phonologiques dans la réalisation des différentes tâches évaluant la conscience et la mémoire phonologiques en fait le lien le plus généralement accepté (De Jong & Van der Leij, 1999). Plus tard, Alloway et al. (2004) intègrent les différentes dimensions de la mémoire de travail et de la conscience phonologique. Ils mettent en évidence, auprès d'enfants en grande section de maternelle, l'existence de domaines de compétence distincts pour la conscience phonologique, la boucle phonologique, l'administrateur central, le buffer épisodique et les habiletés non-verbales. Mais confirment la relation de la conscience phonologique et du buffer épisodique avec la boucle phonologique et l'administrateur central.

En bref, la majorité des études s'accorde sur la valeur prédictive des compétences de mémoire phonologique sur le développement de la lecture et la plupart montre que cette contribution n'est pas indépendante de celle de la conscience phonologique (Snowling, 2001). La relation causale entre mémoire phonologique et apprentissage de la lecture se situe au niveau de l'habileté commune à la mémoire et à la conscience phonologique, le recodage phonologique ou les représentations phonologiques (De Jong & Van der Leij, 1999).

Les différentes composantes de la mémoire phonologique présentent des contributions distinctes à la lecture. L'influence de la mémoire de l'ordre sur le décodage est probablement inhérente à l'utilisation du processus de conversion grapho-phonémique. En effet, le transcodage lettre-son nécessite le maintien en mémoire à court terme d'une séquence ordonnée de phonèmes et implique donc un codage de l'ordre. Puis, les connaissances phonologiques en mémoire à long terme interviennent à l'étape suivant le transcodage grapho-phonémique, lors de l'identification du mot par la mise en relation de la séquence de phonèmes avec les représentations phonologiques lexicales et sublexicales connues en mémoire à long terme.

1.4. La dénomination rapide automatisée

Assimilé dans de nombreuses études à un trouble phonologique, le dysfonctionnement de la dénomination rapide est toutefois considéré par certains auteurs, comme spécifique à la dyslexie et indépendant du trouble phonologique (Wolf et al., 1999). Ainsi, d'autres études suggèrent, qu'au-delà des difficultés d'élaboration de représentations phonologiques précises, les dyslexiques souffrent également de difficultés d'accès à ces représentations (Ramus & Szenkovits, 2008). Ce lien a été mis en évidence pour la première fois par Denckla et Rudel (1976). Cette hypothèse peut s'opposer à la théorie, largement admise, d'un manque de précision des représentations phonologiques. Cependant, elle est étayée par l'existence d'effets de lexicalité et de fréquence phonotactique comparables chez les dyslexiques et les contrôles de même âge chronologique (Roodenrys & Stokes, 2001; Szenkovits & Ramus, 2005). Roodenrys et Stokes (2001) rappellent que ces effets témoignent d'une capacité préservée de complètement automatique des informations phonologiques dégradées en mémoire à court terme à partir des représentations en mémoire à long terme. Le déficit de dénomination rapide observé chez les dyslexiques adultes et enfants peut aussi étayer cette position (Ramus, 2003).

La dénomination rapide automatisée consiste à dénommer le plus rapidement possible une série d'items (des couleurs, des lettres, des chiffres, des images) qui reviennent plusieurs fois de façon récurrente mais aléatoire au cours de la tâche. On ne mesure pas le niveau lexical puisque les items proposés sont simples et supposés connus du patient mais la vitesse de dénomination. Ce marqueur précoce est un bon prédicteur selon plusieurs études longitudinales. En effet, la dénomination rapide automatisée, mesurée chez des enfants de grande section de maternelle est l'un des meilleurs prédicteurs de réussite en lecture en CP-CE1 (avec les habiletés phonologiques et la connaissance des lettres) pour Schatschneider (2004). Il est nécessaire de spécifier qu'une absence de consensus existe. Elle tient vraisemblablement à la variabilité du lien entre dénomination rapide automatisée et lecture au cours de l'apprentissage de la lecture. En effet, cette relation est pertinente chez les apprentis-lecteurs mais « peut s'estomper au cours du temps du fait d'une variabilité inter-individuelle des trajectoires individuelles de la performance en lecture de mots beaucoup plus importante que celle des trajectoires individuelles du temps de dénomination » (Ecalte, 2013).

1.4.1. Hypothèses explicatives du déficit en dénomination rapide automatisée

Différentes compétences sont sollicitées pour une tâche de dénomination rapide : la vitesse de réalisation articulatoire, les processus visuo-attentionnels, la vitesse d'accès au lexique phonologique et la mise à jour en mémoire de travail. Le facteur de temps de réalisation articulatoire est peu consistant puisque la dénomination rapide est très peu corrélée à une tâche purement articulatoire.

Pour objectiver l'implication des processus visuo-attentionnels, une autre version de l'épreuve de dénomination rapide automatisée est proposée. Dans la version classique ou version sérielle, tous les items sont présentés sur plusieurs lignes et colonnes d'une même page, ce qui nécessite un bon balayage visuel. Dans la version dite discrète, les items sont alors présentés un à un, sur un écran d'ordinateur, ce qui exclut la mise en œuvre des processus visuo-attentionnels. La revue de littérature proposée par Castel à ce sujet met en évidence une absence de clarté des résultats, certaines études concluant à un lien entre lecture et dénomination rapide automatisée dans la version discrète, d'autres non. Au terme d'une nouvelle étude menée en 2008, les auteurs observent « la persistance du déficit des enfants dyslexiques par rapport aux enfants normo-lecteurs dans la version discrète de la dénomination rapide automatisée. Étant donné que, par rapport à la version continue, la version discrète mesure de façon plus pure l'accès aux représentations phonologiques, ce résultat est donc clairement en faveur de l'hypothèse phonologique de la dyslexie. » (Castel, 2008).

L'incapacité des dyslexiques à accéder de façon automatique à l'image motrice des mots est corrélée à ce déficit en dénomination rapide automatisée (Boada & Pennington, 2006). Elle est ainsi due à un déficit de mise en relation d'un objet et de son nom et reflète un trouble de récupération des connaissances phonologiques en mémoire à long terme (Wolf et al., 2000). Wolf et Bowers (1999, 2000) ont constaté que certains dyslexiques présentent uniquement un trouble métaphonologique, d'autres un trouble isolé de la dénomination rapide automatisée et d'autres un double déficit, ces derniers étant généralement ceux qui présentent les plus faibles compétences en lecture. Les deux processus semblent distincts, bien que tous les deux d'origine phonologique.

1.4.2. Lien entre dénomination rapide automatisée et lecture

Un lien existe entre la dénomination rapide automatisée et la fluence de lecture car les deux activités nécessitent de faire appel à la production orale de mots spécifiques, ce qui requiert des représentations phonologiques bien spécifiées. Le fait d'associer une forme phonologique à la représentation visuelle nécessite d'aller chercher dans le lexique phonologique une étiquette verbale spécifique. De plus, ces activités reposent sur le même format : la lecture s'effectue de façon continue, au même titre que lors de l'épreuve de dénomination rapide. La consigne donnée durant l'épreuve de dénomination rapide précise clairement au sujet qu'il ne doit pas s'arrêter à chaque fin de ligne, mais au contraire réaliser la tâche de la même façon que lorsqu'il lit. Sauf que dans un des cas, on dénomme les mêmes éléments qui se répètent.

Ainsi, la conscience phonologique et la dénomination rapide automatisée contribuent à des aspects différents de la lecture et un déficit en dénomination rapide automatisée peut, indépendamment d'un déficit en conscience phonologique, avoir des implications sur le développement des performances d'identification des mots écrits (Wolf et Bowers, 1999).

2. Hypothèse visuo-attentionnelle

Le mot écrit est d'abord un objet visuel avant d'être un signe linguistique. Traiter finement cet objet visuel est nécessaire pour gérer toute la complexité de l'activité de lecture. Vidyasagar (2004) explique que l'identification des lettres dans leur position exacte est possible grâce à un processus attentionnel sous-tendu par une aire pariétale postérieure sélectionnant des groupes de lettres dans l'image du mot formée en région occipitale pour qu'ils soient progressivement adressés aux régions temporales alors capables de les identifier en prenant en compte, indirectement, leur position. Dans ce sens, Plaza et Cohen (2007) ont montré que les capacités d'attention visuelle, avec les habilités phonologiques, sont parmi les meilleurs facteurs prédictifs des aptitudes à la lecture et à l'écriture avant même l'apprentissage formel de ces derniers (en CP). Bosse (2004) a montré une corrélation positive entre les capacités de traitement visuo-attentionnel d'enfants tout-venant de maternelle et l'étendue de leurs connaissances lexicales orthographiques quelques années plus tard. De même, Franceschini et collaborateurs (2012) ont observé que les performances en lecture d'enfants présentant des difficultés d'acquisition de l'écrit en première et deuxième années d'apprentissage de la langue écrite étaient prédites par leurs résultats à des tâches d'attention visuelle à l'école maternelle, un et deux ans plus tôt. Ainsi, prendre en compte les aspects visuels, plus particulièrement visuo-attentionnels, peut permettre d'apporter des perspectives supplémentaires pour s'adapter à un plus grand nombre d'enfants en difficulté de lecture.

Les théories visuelles, longtemps délaissées au profit de la seule hypothèse phonologique, connaissent donc un regain d'intérêt. Nous n'approfondiront pas dans ce travail la théorie magnocellulaire, car Skottun (2000) a fait la synthèse de 22 études et il y note la très faible prévalence de dyslexiques présentant ce type de déficit. Nous nous intéressons préférentiellement à l'hypothèse visuo-attentionnelle. La lecture est une activité complexe qui exige un encodage précis de l'identité et du placement de chaque lettre, ce qui nécessite l'implication de compétences visuo-spatiales (Stein, 2003) et visuo-attentionnelles (Vidyasagar, 2004).

2.1. L'attention visuo-spatiale

L'attention peut être définie comme un filtre qui limite la quantité d'informations à traiter par le système nerveux (Laberge & Brown, 1989). L'attention recouvre un ensemble de processus variés sous-tendus par des réseaux cérébraux distincts et tous ne sont pas défectueux chez les dyslexiques. Seuls certains processus attentionnels sont déficients. Il est surtout question de troubles de l'attention sélective, avec des difficultés d'orientation et de focalisation (Facoetti, Lorusso, Cattaneo, Galli, & Molteni, 2005). Plusieurs études de cas ont révélé des déficits visuo-attentionnels spécifiques au codage de l'ordre des symboles visuels (Romani, Ward, & Olson, 1999), ou encore à l'orientation volontaire de l'attention (Marendaz et al., 1996). L'hypothèse visuo-attentionnelle s'appuie sur l'observation clinique d'enfants dyslexiques ne présentant pas de déficit phonologique majeur, mais déficients dans des épreuves attentionnelles dépendant du cortex pariétal (Jaskowski & Rusiak, 2005 ; Valdois, 2004).

L'attention visuo-spatiale sert à guider le regard et/ou les ressources de traitement vers une partie du champ visuel dont le traitement est favorisé (Cave & Bichot, 1999). La sélection réalisée par l'attention visuo-spatiale implique deux types de processus : l'orientation (opération de désengagement, de déplacement et d'engagement attentionnel) et la focalisation (modification de la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle) (Facoetti et al., 2003).

2.1.1. L'empan perceptif

L'empan perceptif permettant la perception et la lecture des mots écrits est restreint et limité. Deux zones distinctes, sous-tendues par des structures anatomo-fonctionnelles du système visuel attentionnel différentes induisant deux traitements différents des mots perçus, composent cet empan perceptif appelé fenêtre attentionnelle.

a. La zone fovéale

Face au centre de la rétine, la zone fovéale est associée aux cônes, des cellules de très haute résolution. L'acuité visuelle y est donc maximale et permet une analyse suffisamment fine pour reconnaître et identifier les lettres des mots. La capacité à traiter simultanément un ensemble de lettres est importante pour l'apprentissage de la lecture et va dans le sens des travaux portant sur l'empan visuo-attentionnel (Ans, Carbonnel, Valdois, 1998). L'attention doit être distribuée de façon homogène sur l'ensemble des lettres situées à l'intérieur de cette fenêtre afin d'accéder efficacement à la représentation du mot ou du groupe de lettres pour renforcer une trace mnésique stable. Les capacités visuelles et attentionnelles sont donc impliquées dans le traitement fovéal afin de faciliter l'accès aux représentations lexicales des mots fixés. La fovéa contient moins d'une dizaine de caractères tandis que l'ensemble de l'empan perceptif s'étend à quinze caractères chez l'adulte, onze caractères chez l'enfant et est réduit chez l'apprenti-lecteur qui accorde plus d'importance au traitement fovéal. Ainsi, en lecture de texte, lorsqu'un normo-lecteur fixe le mot qu'il est en train d'analyser son attention se porte autour de ce point de fixation (zone fovéale). Cette zone est d'environ trois ou quatre caractères à gauche et à droite du point de fixation (Rayner, 1984).

b. La région parafovéale

Autour de la zone fovéale, la parafovéa est associée à un autre type de cellules, les bâtonnets, dont la résolution moins précise permet d'identifier les caractéristiques perceptives des mots telles que leur longueur ou les caractères saillants (les accents) et de déterminer l'emplacement de la prochaine fixation. Le prétraitement parafovéal est réalisé sur les mots qui suivent le mot fixé, situés à droite dans les systèmes où la lecture s'opère de gauche à droite.

c. Le traitement perceptif

Ces deux traitements simultanés nécessitent un filtre attentionnel afin d'atténuer les interférences provenant du traitement en parafovéa et d'optimiser l'identification des mots en fovéa (Muneaux & Ducrot, 2014). Les lettres qui sont à l'extérieure de cette zone sont perçues et filtrées lors de la lecture, un filtre attentionnel atténue ces informations immédiatement non-pertinentes. Le lecteur peut se concentrer sur le mot à analyser. Les mots familiers sont identifiés automatiquement seulement quand ils sont présentés de manière isolée et l'ajustement de la fenêtre attentionnelle est efficace sur l'ensemble du mot, alors que présentés au milieu de plusieurs mots le filtre attentionnel est nécessaire. Les mots rares et pseudo-mots impliquent une focalisation séquentielle de l'attention sur les sous-unités (syllabes et lettres) connues (Laberge & Brown, 1989). La difficulté de contrôle de la distribution de l'attention de certains enfants dyslexiques entraîne un déficit de filtrage attentionnel hors de la zone fovéale (Geiger, 2000).

2.1.2. Les saccades oculaires

La fovéa étant trop étroite pour identifier l'ensemble du texte en une seule fixation, les yeux effectuent sans cesse des saccades entre deux fixations. Le but d'une saccade oculaire est d'amener très rapidement l'image d'un objet sur la fovéa. En outre, l'apprenti-lecteur doit apprendre à guider cette exploration visuelle car les mots doivent être lus dans le sens de la lecture et sans sauter de mots ni de phrases afin d'accéder au sens du texte. S'ajoutent aux contraintes anatomo-fonctionnelles de l'empan perceptif réduit les contraintes liées à l'environnement puisque lorsqu'une lettre est identifiée, elle est entourée par de nombreuses autres lettres. Chacune d'elles génère des interférences, ce qui crée une situation d'encombrement perceptif ou « crowding ». Cette situation induit des effets de masquage latéral aussi bien pour reconnaître une lettre isolée que pour identifier un mot (Zorzi, Barbiero, Facoetti, Lonciari, Carrozzi, Montico, 2000).

2.1.3. Position optimale du regard

De nombreuses recherches ont montré que lorsque des lecteurs experts lisent un mot, ils positionnent systématiquement leur œil sur une zone à mi-chemin entre le début et le milieu du mot, appelée position optimale du regard. En effet, la probabilité de reconnaître un mot est maximale lorsque le regard est au centre gauche du mot et diminue au fur et à mesure que l'œil s'éloigne de cette position optimale (O'Regan, Levy-Schoen, Pynte & Brugailière, 1984). Cette position permet d'optimiser le traitement et par conséquent l'accès à la représentation du mot écrit stockée en mémoire. D'ailleurs, cette position préférentielle du regard se mettrait très vite en place, dès le premier trimestre de CP (Ducrot, Lété & Sana, 2004). Au début de l'apprentissage l'attention et le regard se focalisent sur les premières lettres du mot pour permettre l'enclenchement de la procédure de décodage grapho-phonémique. La lecture s'appuie encore davantage sur la voie d'assemblage. Mais très rapidement, avec l'exposition à l'écrit et l'augmentation du stock

de connaissances orthographiques, l'attention se déplace au centre gauche du mot pour optimiser la lecture, avec précision et rapidité, en favorisant ainsi l'accès direct à la représentation orthographique stockée en mémoire à long terme. Ainsi, progressivement, lors de l'apprentissage de la lecture, l'enfant finit par apprendre à positionner son œil correctement sur les mots, à extraire l'information qui est en train d'être fixée et à programmer une saccade pour se positionner sur le mot suivant (Ducrot, Pynte, Ghio & Lété, 2013).

2.1.4. La fenêtre attentionnelle

Cet empan perceptif ou fenêtre attentionnelle permet de focaliser l'attention du lecteur sur l'ensemble du mot ou seulement sur une de ses parties constitutives. Ans, Carbonnel et Valdois (1998) introduisent et précisent la notion de fenêtre visuo-attentionnelle ; elle englobe l'ensemble des lettres composant le mot. Mais, ce mode de traitement global échoue lorsqu'aucune représentation du mot lu n'est stockée en mémoire (un mot inconnu ou un pseudo-mot). Alors, le système bascule en mode analytique, l'attention visuelle se porte préférentiellement sur le début des mots puis se déplace de gauche à droite favorisant ainsi l'utilisation du code grapho-phonémique. Dans ce mode, l'empan visuo-attentionnel se réduit pour traiter les unités sublexicales (graphèmes ou syllabes) qui composent le mot. Comme l'empan est restreint, de nombreux déplacements de l'œil sont alors nécessaires pour traiter le mot en son entier. Cette situation, fréquente en début d'apprentissage de la lecture car peu de mots sont connus, se raréfie avec l'augmentation du stock de représentations orthographiques stockées en mémoire.

En outre, ces capacités oculomotrices et visuo-attentionnelles peuvent aisément s'intégrer au modèle de lecture actuellement le plus utilisé, le modèle double voie (DRC) de Coltheart (2001). Rappelons que ce modèle repose sur l'hypothèse de deux voies d'accès aux mots stockés dans la mémoire : une voie d'assemblage qui renvoie à la mise en correspondance du code liant les unités graphiques élémentaires (les lettres ou groupes de lettres appelés graphèmes) et les unités sonores élémentaires (les phonèmes) et une voie directe d'adressage. Ainsi, un traitement du mot par la voie d'assemblage requiert que le système visuo-attentionnel et oculomoteur, se focalise sur le début du mot, se restreignant sur les unités sublexicales. La lecture du mot est alors séquentielle par la mise en correspondance successive des signes écrits et des sons adéquats. Le traitement du mot par la voie d'adressage nécessite que l'attention et le regard se fixent sur une position permettant de percevoir le plus grand nombre de lettres c'est-à-dire la position optimale du regard. Les lettres sont donc traitées simultanément. L'identité et la position de chacune des lettres sont codées (Grainger, 2008) rendant alors possible la mise en correspondance directe avec la représentation stockée en mémoire à long terme.

2.1.5. L'attention temporelle

La lecture implique également une attention successive distribuée sur les unités d'informations. Pour l'adressage, il s'agit de passer entre des mots ou des petits groupes

de mots, pour l'assemblage, des graphèmes doivent être extraits successivement. Le déplacement du focus attentionnel à un rythme adapté soutient le traitement séquentiel à l'intérieur du mot. Ce rythme est celui de l'attention temporelle diffusée de manière discontinue, mettant en relief chaque unité et permettant d'approfondir son traitement. La lecture est une activité pour laquelle les qualités dynamiques de l'attention sont centrales. En effet, le déplacement de l'attention dans l'espace permet l'extraction d'informations transmises séquentiellement aux régions corticales qui en assurent l'identification (Lallier et al., 2013). L'analyse graphémique repose ainsi sur des cycles d'engagement et de désengagement de ressources de traitement (Ruffino et al., 2014). Or un défaut de maîtrise de l'organisation temporelle de l'attention est documenté dans la dyslexie (Romani et al., 2015) et peut participer aux difficultés de lecture. Ce déficit spatio-temporel ne sera pas étayé dans ce travail bien qu'il nous semble important de le mentionner.

2.2. Traitement des niveaux global et local de l'information visuelle : déficits de quelques mécanismes visuo-attentionnels

Diverses études rapportent des dysfonctionnements de ces capacités chez les patients dyslexiques, par exemple, des difficultés de coordination des saccades et de fixation ont été observées en situation de lecture (Jainta & Kapoula, 2011). Bien que la motilité oculaire et le contrôle soient indispensables pour la lecture, les capacités visuo-attentionnelles fines sont aussi fortement impliquées dans l'analyse des mots écrits.

2.2.1. Défaut de compétences oculomotrices

Plusieurs études ont rapporté des dysfonctionnements des capacités visuelles et oculomotrices de bas niveau chez les dyslexiques (Bellocchi, Muneaux, Bastien-Toniazzo & Ducrot, 2013). Depuis 1994, il est admis que certains dyslexiques souffrent de troubles de la poursuite oculaire, essentiellement de gauche à droite (Eden, Stein & Wood, 1994) ainsi que d'une instabilité de la fixation oculaire engendrant des distorsions, des déplacements et des superpositions de lettres et de mots (Chase & Stein, 2003). De plus, il a été montré que certaines personnes dyslexiques ont des difficultés de convergence et des anomalies de divergence tant en vision de près qu'en vision de loin, dues vraisemblablement à un défaut de coordination des saccades oculaires des deux yeux (Bucci, Brémond-Gignac & Kapoula, 2008).

Des difficultés de coordination des saccades et de fixation chez les dyslexiques ont aussi été observées en situation d'exploration de peintures (Kapoula, Bucci, Ganem, Poncet, Daunys & Brémond-Gignac, 2008) et plus récemment de lecture (Jainta & Kapoula, 2011). Par ailleurs, les mouvements oculaires de certains dyslexiques dans des épreuves de lecture de mots isolés, de pseudo-mots ou même de phrases sont différents par rapport à ceux d'une population de même âge : les fixations sont plus longues et plus nombreuses, les saccades plus courtes, la proportion de régressions est supérieure, et les

mouvements de retour à la ligne sont souvent erratiques (Biscaldi, Gezeck & Stuhr, 1998; Hutzler & Wimmer, 2004). Des enfants dyslexiques, pourtant exposés depuis plus de deux ans à l'écrit, ne montrent pas de position préférentielle du regard pour identifier un mot occasionnant inévitablement une augmentation des saccades et des refixations (Hawelka, Gagl & Wimmer, 2010). La lecture est lente et difficile.

2.2.2. Distribution anormale de l'attention dans l'espace

L'attention d'un sujet dyslexique est distribuée de manière anormale, dite diffuse, dans l'espace. La distribution de l'attention de part et d'autre d'un point de fixation est différente chez un sujet normo-lecteur et chez un sujet dyslexique (Facoetti, 2000). En outre, bien que diffuse, l'attention des dyslexiques est distribuée de manière asymétrique à gauche et à droite (Hari & Koivikko, 1999). Ainsi, les enfants dyslexiques présentent une pseudo « mini-négligence » gauche due à une distribution anormale de l'attention de part et d'autre du point de fixation avec une sensibilité accrue à la distraction à droite du point de fixation et une réduction de l'attention à gauche du point de fixation (Facoetti, Lorusso, Paganoni, Cattaneo, Galli & Mascetti, 2003). En effet, si un distracteur est présenté à droite et à gauche, les enfants dyslexiques sont perturbés de manière disproportionnée par le distracteur à droite et de manière anormalement faible par le distracteur à gauche (Facoetti & Turatto, 2000). Bedoin et collaborateurs tempèrent ce phénomène dit de mini-négligence gauche qu'ils n'ont pas retrouvé de façon significative sur l'ensemble des enfants dyslexiques, que leur déficit majeur concerne l'adressage ou l'assemblage (Bedoin, 2014), bien que les analyses individuelles confirment cette anomalie et son asymétrie, chez certains de ces enfants. D'après l'expérience, Bedoin précise que ce déficit n'est vrai que pour des cibles proches du centre. Il est donc possible que certains enfants dyslexiques de surface orientent l'attention de façon imprécise (très près à gauche) empêchant la délimitation correcte du début du mot, rendant ainsi et rend l'adressage lexical problématique (Bedoin, 2015). Par ailleurs, Facoetti et al. (2003) décrivent une attention excessivement dominante à droite chez les dyslexiques. Bedoin (2015) précise que le déficit d'inhibition à droite concerne surtout la partie périphérique du champ visuel. De plus, le déficit d'inhibition à droite est présent dans les deux types de dyslexie, mais significatif seulement dans le groupe de dyslexiques de surface. Ainsi, ce défaut d'inhibition de l'information non-pertinente à droite peut perturber le système d'adressage en empêchant la représentation des limites précises du mot.

2.2.3. Difficultés de focalisation attentionnelle

La plus élémentaire des opérations cognitives contribuant à élaborer une représentation orthographique est celle qui permet de sélectionner un sous-ensemble de lettres sur une ligne pour les considérer comme constituant le mot. Cette opération est très simple, mais si elle ne se réalise pas correctement, des erreurs de lecture avec migration de lettres entre des mots adjacents ou sur les lignes se produisent (Bedoin, 2015). Des cas de dyslexie développementale sont parfois caractérisés par ce type d'erreurs (Friedmann et al., 2012). La fenêtre visuo-attentionnelle d'un dyslexique peut ne pas se positionner précisément

aux limites du mot. L'espace entre les lettres du mot, plus étroit que celui qui sépare les mots sur la ligne (horizontal) ou sur des lignes différentes (vertical), guide normalement le positionnement visuel. Le lecteur aguerri délimite spontanément, au sein de la scène complexe du texte, les mots sélectionnés comme formant un bloc. Cette organisation précoce de l'information facilite les traitements de plus haut niveau. En lecture, le groupement permet de limiter l'extraction d'informations précises aux seules lettres contenues dans le mot auquel on s'intéresse. Un déficit visuo-spatial élémentaire peut compromettre ce groupement et nuit aux bases du processus d'identification du mot. Le groupement permettant d'associer les lettres au mot repose essentiellement sur leur proximité et leur alignement et certains facteurs sont particulièrement perturbateurs. Il arrive que des lettres identiques soient imprimées sur plusieurs lignes exactement les unes en dessous des autres, induisant un groupement vertical susceptible d'attirer l'attention de manière inappropriée. Un tel groupement a d'autant plus de risques d'être effectué que la proximité entre les lignes est forte par rapport à la proximité entre les lettres des mots. Par ailleurs, le groupement horizontal des lettres pour repérer les mots repose sans doute aussi sur leur alignement (Bedoin, 2015). Certaines polices de caractère peuvent induire une illusion de désalignement et perturber la lecture. Ainsi, l'équilibre de l'espacement entre les lettres au sein du mot par rapport à l'espacement entre les mots et entre les lignes ainsi que le style de la police de caractère doivent être adaptés au dyslexique.

Corrélée à l'orientation diffuse de l'attention, l'attention visuo-spatiale des dyslexiques présente des anomalies pour la focalisation attentionnelle, consécutives à la défaillance du contrôle de la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle. Les enfants dyslexiques ne parviennent pas à contrôler la distribution de l'attention par une stratégie habituellement mise en place par les bons lecteurs pour restreindre le faisceau attentionnel en vision périphérique, entraînant un traitement atypique de l'information visuelle hors de la zone fovéale (Ducrot, Lété, Sprenger-Charolles, Pynte & Billard, 2003). Geiger et Lettvin (2000) ont, par exemple, montré que les dyslexiques avaient des performances supérieures à leurs pairs dans une tâche d'identification de lettres en périphérie.

2.2.4. Difficultés de filtrage dues à un défaut d'inhibition

D'importantes difficultés à identifier les lettres d'un mot peuvent trouver leur origine dans un défaut de filtrage attentionnel qui exacerbe l'effet négatif du masquage exercé par les éléments à proximité. Chez tout lecteur, l'identification d'une lettre est perturbée par la présence de lettres environnantes (Callens et al, 2013) qui peuvent conduire à intégrer indument des traits visuels présents dans ces lettres. Ce phénomène s'appelle le « crowding », ou encombrement perceptif ou visuel. Chez les sujets non-dyslexiques le masquage latéral, processus cognitif actif qui réduit les distracteurs éloignés, permet de faire ressortir la forme du fond (Geiger, Lettvin & Fahle, 1994). Le filtrage de l'information implique le mécanisme d'ajustement de la fenêtre attentionnelle et il s'appuie aussi sur un processus d'inhibition de l'information non-pertinente (Facoetti, 2003). Chez les sujets dyslexiques, ce processus n'est pas harmonieusement réparti dans le champ visuel et est peu performant dans le sens correspondant au sens de la lecture (champ droit dans notre type d'écriture) (Geiger, 2000).

L'information la plus périphérique, normalement filtrée, fait l'objet d'un traitement trop approfondi chez certains dyslexiques. L'absence d'un tel filtrage peut induire une interférence des informations parafovéales, trop saillantes, sur le traitement du mot en fovéa. Ce phénomène de supériorité du traitement parafovéal chez des dyslexiques est une des hypothèses qui pourrait expliquer la grande sensibilité de cette population clinique au phénomène d'encombrement perceptif, c'est-à-dire au masquage visuel de chaque lettre par celles qui l'entourent (Zorzi, Barbiero, Facoetti, Lonciari, Carrozzi, Montico, Bravar, George, Pech-Georgel & Ziegler, 2012). Pernet, Valdois, Celsis et Démonet (2006) précisent que les informations périphériques perturbent le traitement de la cible centrale qu'elles soient très proche mais aussi, anormalement, éloignées et surtout à droite. Le FRF (Form Resolving Field) correspond à l'espace sur lequel l'information visuelle en vision centrale peut être identifiée. Les auteurs l'évaluent en présentant une lettre-cible centrale et une seconde située à un degré d'angle visuel plus ou moins éloigné, la tâche étant d'identifier les deux lettres. Chez les bons lecteurs, le taux de réussite diminue régulièrement avec l'éloignement des lettres de façon symétrique à gauche et à droite, alors que le FRF des adultes dyslexiques est particulièrement étendu dans le sens de la lecture (à droite dans notre langue) avec une chute des performances si les deux lettres sont très proches. Cela se traduit par des difficultés à identifier des lettres proches, ce qui entrave la reconnaissance de lettres du mot sur lequel ils se concentrent, et l'information en périphérie n'étant pas masquée, ils ne perçoivent pas les mots du contexte comme un fond indifférencié et subissent de ce fait des interférences. Ducrot et collaborateurs (2003) ont observé une absence de l'asymétrie typique gauche-droite chez les enfants dyslexiques sur le traitement d'un mot écrit.

Enfin, un effet de crowding excessif chez le dyslexique explique aussi pourquoi l'identification de la première et de la dernière lettre d'un mot est meilleure que les lettres centrales (McCandliss, 2012). Perea (2011) propose d'adapter la mise en page standard aux lecteurs dyslexiques. En effet, un espacement légèrement accru entre les lettres par rapport à l'espacement standard est efficace pour l'identification des lettres des mots fréquents, des mots rares et des pseudo-mots et facilite la lecture, ce sans entraînement préalable.

2.2.5. Analyse globale et locale de stimuli hiérarchisés

Le système visuo-attentionnel permet d'appréhender une scène visuelle complexe selon deux modes : l'un, local, concentre les ressources de traitement sur l'identité des détails, alors que l'autre, global, donne priorité à la configuration, c'est-à-dire à l'organisation spatiale des éléments. Rappelons que la lecture articule les mécanismes d'analyse globale, pour un accès direct au sens appuyé par la procédure par adressage, et d'analyse locale, pour la reconnaissance des unités sub-lexicales des mots inconnus pour la procédure par assemblage. En outre, l'identification d'un mot nécessite d'articuler souplement ces deux modes d'analyse pour permettre l'identification des lettres, en analyse locale, sans empêcher le codage de leur position relative, en analyse globale. Pour passer d'un mode d'analyse à l'autre, nous inhibons l'un ou l'autre (Keïta, 2007).

L'enfant dyslexique souffre d'un déséquilibre entre les deux modes d'analyse. Tout d'abord, l'enfant dyslexique de surface présente une interférence issue du niveau global

amoindrie, par rapport aux enfants dyslexiques phonologiques et normo-lecteurs. Il se focalise facilement sur le niveau local et est anormalement peu perturbé par le niveau global, malgré la forte interférence (Bedoin, Keïta, Leculier, Roussel, Herbillon, Launay, 2010). L'enfant dyslexique de surface souffre d'attractivité pour les détails (graphème ou syllabe) aux dépens du traitement de la forme globale. Ce déficit entrave l'apprentissage de la lecture en empêchant l'utilisation de la voie d'adressage et donc l'établissement d'un stock lexical orthographique suffisant pour une lecture efficace. Par ailleurs, la lecture nécessite un codage précis de la position relative des lettres. Ce codage spatial est indispensable afin d'éviter des confusions entre des mots-anagrammes (ex : « lion » et « loin »). Or le codage de l'emplacement des lettres est difficile chez certains dyslexiques dont les migrations de lettres à l'intérieur du mot constituent parfois l'essentiel des erreurs (Friedmann et Haddad-Hanna, 2012 ; Kohnen et al, 2012). Ce type d'erreurs peut s'expliquer par le déficit du mode d'analyse global au profit d'une attraction irrésistible par les détails (Bedoin, 2015).

A l'inverse, l'enfant dyslexique phonologique est plus sensible aux interférences de l'analyse globale sur le local. Le traitement des détails est défaillant et la production de paralexies caractéristique. Ce déficit entrave, lui aussi, la création d'un lexique orthographique efficace. Certaines données montrent des anomalies spécifiques aux enfants dyslexiques phonologiques. Dans une expérience d'attention focalisée, Mériqot (2003) montre qu'ils se distinguent des dyslexiques de surface par une sensibilité aux effets d'interférence significativement plus forte pour les lettres que pour les dessins hiérarchisés. La difficulté à inhiber une information non pertinente n'est massive chez eux que si les stimuli codent directement une dimension phonologique (lettres). Contrairement aux normo-lecteurs et dyslexiques de surface, ils commettent aussi plus d'erreurs pour discriminer les lettres que les dessins au niveau local, témoignant sans doute d'une difficulté à traiter des éléments en tant que détails d'un ensemble si les stimuli sont verbaux (lettre hiérarchisée ou mot).

Les difficultés de lecture sont donc liées au défaut d'inhibition de la focalisation attentionnelle des interférences d'un niveau d'analyse sur l'autre.

2.3. La fenêtre visuo-attentionnelle et l'empan visuo-attentionnel

Du point de vue neurologique, le déficit de la fenêtre visuo-attentionnelle est associé à un défaut d'activation du lobe pariétal supérieur gauche (Peyrin et al., 2012). L'attention visuelle permet l'ancrage en mémoire de travail puis en mémoire à long terme de la forme orthographique correcte du mot. L'enfant porte son attention sur chacun des mots ou sur les unités sub-lexicales. Et il doit traiter l'ensemble de manière équitable afin de créer une représentation mentale correcte et stable. Or l'enfant dyslexique peut subir une réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle (Valdois, 2004). Prado et collaborateurs (2007) ont montré qu'un groupe de dyslexiques présentant une fenêtre attentionnelle réduite ne peut traiter que quelques lettres à chaque fixation et est dans l'incapacité d'augmenter le nombre de lettres à traiter dans une épreuve de lecture. L'enfant dyslexique ne réussit pas à se focaliser sur la globalité du mot et la représentation mentale ne peut se stabiliser. Par conséquent, la procédure par adressage est défaillante. Notons que la procédure par assemblage peut également être affectée, car l'identification des lettres composant les

graphèmes des unités sub-lexicales irrégulières (ex. « ain », « in », « ein ») doit être analysée simultanément. Soulignons que l’empan visuo-attentionnel détermine la quantité d’informations qui est disponible à chaque étape de traitement en lecture et qui peut être maintenu en mémoire à long terme (Bosse, Tainturier, Valdois, 2007).

Par ailleurs, en situation de lecture de texte, l’attention doit se porter sélectivement et successivement sur chacun des mots individuels pour que les procédures d’identification de mot puissent s’appliquer. Au niveau du mot lui-même, des traitements visuo-attentionnels entrent en jeu de façon à traiter l’ensemble des lettres de la séquence. Il est notamment nécessaire que l’enfant distribue son attention visuelle de façon équi-répartie sur l’ensemble des lettres qui composent le mot, pour que les lettres puissent être traitées en parallèle et le mot correctement identifié. Ainsi, si l’enfant présente un dysfonctionnement visuo-attentionnel ne permettant pas une distribution homogène initiale de l’attention sur la séquence du mot, alors certaines des lettres du mot écrit apparaîtront comme plus saillantes que d’autres et l’identification ne pourra pas aboutir (« maison » perçu « MAisoN », où les majuscules correspondent aux lettres saillantes identifiées). De plus, un tel trouble conduit à supposer que la nature des lettres saillantes peut varier lors des différentes rencontres avec le mot (« MAisoN », « MaISon », « maISoN »), si bien qu’aucune représentation stable du mot en mémoire ne peut être renforcée et mémorisée (Valdois, 2009). Un déficit de ce type empêche donc l’enfant d’acquérir des connaissances lexicales spécifiques et de se construire un système de lecture compétent et stable. Il se rattache à un trouble de la sélection de l’information et de l’inhibition. En effet, les enfants sont attirés par les détails et ne traitent pas correctement la forme d’ensemble, ce qui entraîne le déficit du traitement global de l’information visuelle et des anomalies de la distribution simultanée de l’attention sur les différentes lettres d’un même stimulus visuel. Un tel trouble se traduit en lecture par une difficulté de répartition simultanée de l’attention sur les différentes lettres.

Pour conclure, les capacités visuo-attentionnelles jouent un rôle prépondérant dans la mise en place des deux procédures de lecture. La voie lexicale nécessite l’activation des formes orthographiques mémorisées. Et le trouble visuo-attentionnel empêche le renforcement d’une trace mnésique stable susceptible de permettre la reconnaissance immédiate du mot en lecture. Le temps de lecture s’allonge même pour les mots réguliers, les mots irréguliers peuvent être régularisés et le trouble de l’orthographe d’usage est significatif. De plus, pour le traitement analytique, en français, divers graphèmes nécessitent de traiter plusieurs lettres en simultané pourtant le traitement reste séquentiel. Les graphèmes alors constitués de digraphes ou trigraphes et le déplacement séquentiel de la fenêtre de focalisation attentionnelle sont difficiles à traiter. La lecture des pseudo-mots est également altérée. Un déficit des capacités visuo-attentionnelles empêche l’enfant d’acquérir des connaissances lexicales spécifiques et de se construire un système de lecture compétent.

3. Le lexique orthographique

Le lexique orthographique peut se définir comme une composante de la mémoire à long terme qui contient l'ensemble des représentations orthographiques des mots connus par un individu (Estienne, 2002). Les représentations orthographiques sont utilisées dans la procédure d'adressage et comprennent toutes les informations orthographiques du mot (Campolini, Van Hovell et al., 2000). Le lexique orthographique est nécessaire pour écrire et pour lire. Le processus complexe de mémorisation à long terme de la forme entière des mots écrits permet l'acquisition de connaissances lexicales orthographiques (Bosse, 2005). Certains auteurs différencient le lexique orthographique d'entrée et le lexique orthographique de sortie. La lecture d'un mot connu fait appel à une représentation orthographique du mot stockée en mémoire dans une structure appelée « lexique orthographique d'entrée ». En revanche, un traitement préliminaire est nécessaire pour avoir accès à une représentation acoustico-phonétique qui activera ensuite une représentation dans le « lexique orthographique de sortie » pour l'écriture des mots connus (Mousty & Leybaert, 1999). De plus, les lecteurs sont parfois capables de lire des mots sans toujours savoir les écrire. (Fayol, 2008).

3.1.1. Rôle dans la lecture

Le lexique orthographique est indispensable pour lire les mots irréguliers (ex : « monsieur » ou « faon ») dont la lecture ne peut se déduire des règles ordinaires de conversion graphème-phonème. L'accès à la représentation du mot entier est donc nécessaire pour pouvoir lire ce type de mot (Bosse, 2005). De plus, beaucoup de phonèmes sont dits « inconsistants » c'est-à-dire qu'ils peuvent être transcrits par de nombreux graphèmes. C'est le cas du /o/ qui peut s'écrire « eau », « o », « ot », « au », « ô » et se lit /o/. Cette pluralité de graphèmes possibles ne correspondant qu'à un seul phonème est réellement problématique pour les apprentissages (Pacton & al, 1999). Par ailleurs, des recherches menées par Fayol et Got (1991), citées par : Bosse et al (2007), montrent que, même si de nombreuses difficultés en français font l'objet de règles apprises à l'école, les règles ne sont pas toujours un appui nécessaire au scripteur expert. En effet, très tôt, l'enfant s'appuie sur des régularités orthographiques et la fréquence phonotactique qui sont acquises de manière plutôt implicite. Même un enfant de CM2, qui connaît les règles orthographiques, traite différemment les non-mots lorsque la consonne doublée est en position initiale ou finale selon que cette consonne est fréquemment doublée ou pas (Pacton et al, 1999). L'enfant tient donc compte des situations fréquemment rencontrées. Ainsi, le seul moyen efficace pour écrire correctement et pour lire vite est de mémoriser l'orthographe des mots eux-mêmes, afin de se constituer un lexique orthographique mental dans lequel on pourra retrouver très vite l'information pour écrire ou reconnaître un mot (Bosse & al, 2007). La lecture sera plus rapide et l'accès au sens plus efficace (Bosse, 2005).

3.1.2. Le développement du lexique orthographique

Quelques auteurs se sont intéressés à l'âge de mise en place des connaissances orthographiques et l'apparition de ces connaissances s'avère précoce. Pour résumer, la stratégie phonologique devient rapidement efficiente et demeure ensuite disponible parallèlement à l'installation et l'utilisation de connaissances orthographiques spécifiques. Les connaissances sur la forme orthographique des mots se mettent en place progressivement mais des signes de leur constitution s'observent dès les premières années d'apprentissage (Martinet & Valdois, 1999).

Diverses hypothèses de mise en place et de construction du lexique orthographique co-existent.

a. Le lexique orthographique phonologique

De nombreux auteurs considèrent que le lexique orthographique se construit grâce à la voie d'assemblage. La voie lexicale permet une vue d'ensemble sur le mot mais ne suffit pas à expliquer la construction des connaissances orthographiques (Pacton, 1999). La voie d'assemblage a un rôle très important voire même central dans la mise en place du lexique orthographique. En effet, ce processus permet la lecture des mots réguliers, fréquents ou non, appuyée par l'utilisation des règles de conversion graphème-phonème, et des mots irréguliers avec une correction via le lexique oral (Sprenger-Charolles & Serniclaes, 2003). L'enfant consulte alors son lexique oral pour corriger la mauvaise prononciation d'un mot irrégulier lu par le biais de la voie d'assemblage. Par exemple, lorsque le mot « femme » est lu grâce au décodage, le mot obtenu grâce aux règles de conversion graphème-phonème est /fem/, or une consultation du lexique oral de l'enfant lui permet de faire un lien avec le mot de prononciation voisine /fam/ et de conclure que le « e » de « femme » doit se prononcer /a/.

En accord avec le fait que la procédure analytique soit essentielle pour la mise en place du lexique orthographique, Share (2004) a développé l'hypothèse « d'auto-apprentissage ». Quelques présentations du mot sont suffisantes à l'enfant pour qu'il retienne la forme orthographique du mot en mémoire à long terme. Cet apprentissage serait stable, puisqu'il montre que les connaissances se maintiennent à long terme. Rappelons que la maîtrise des compétences métaphonologiques et de la conscience phonologique semblent être en lien avec le lexique orthographique. Les enfants ayant une bonne conscience phonologique mémorisent de manière plus efficace et plus rapide les connaissances orthographiques (Dixon, Stuart & Masterson, 2002).

McCandliss et al (2003) présentent l'idée selon laquelle la représentation d'un mot en lecture peut être améliorée par la focalisation de l'attention sur une lettre. Et ils proposent par ailleurs un programme d'entraînement « Word-Building », où la proposition de tâches de changement d'une lettre pourrait contribuer à l'amélioration de la conscience phonologique, en lien avec le décodage et la mise en place des connaissances orthographiques nécessaires.

b. Le lexique orthographique visuo-attentionnel

L'hypothèse visuo-attentionnelle est issue du modèle ACV98 (Ans, Carbonnel & Valdois, 1998) et soutenue par Keïta (2007). Les capacités visuo-attentionnelles sont un facteur influant sur la construction du lexique orthographique chez l'enfant d'âge scolaire. Dans ce modèle explicatif des processus de lecture, l'enrichissement du stock lexical suppose l'augmentation du nombre de traces-mots stockées en mémoire qui dépend de la fenêtre attentionnelle. Cette notion de fenêtre attentionnelle correspond à celle d'empan visuo-attentionnel et est décrite, rappelons le, comme la quantité de lettres pouvant être perçues lors d'une seule focalisation. Or, pour encoder une nouvelle trace-mot, il est indispensable que la représentation orthographique et la représentation phonologique d'un même mot soient disponibles en même temps dans le système (Duplat & Girier, 2006). L'enfant doit donc traiter visuellement toutes les lettres que, ce soit lors de l'assemblage orthographique lorsque la lecture se fait de manière analytique ou, de manière plus directe lors de l'utilisation de la voie d'adressage (Bosse, 2005). Or, pour que le mot soit traité comme une unité dans le système, il faut que le sujet traite visuellement toutes les lettres du mot. D'où l'hypothèse développée par Bosse et al (2007) soutenant que « la capacité de traitement visuel simultané de toutes les lettres d'un mot conditionne l'acquisition des connaissances lexicales orthographiques ».

Duplat et Girier (2006) ont mis en évidence dans leur étude une corrélation entre la taille de la fenêtre de copie et le stock orthographique. Dès 6-7 ans l'enfant peut orthographier en s'aidant à la fois des analogies avec un mot dont l'orthographe est connue et des règles de conversion graphème-phonème (Nation & Hulmes, 1996). Ainsi, une focalisation locale sur les lettres permettant le décodage et une focalisation globale du mot entier, selon l'hypothèse Bosse et al (2007), est à même de faire progresser au mieux les enfants en difficulté d'apprentissage en ce qui concerne l'élaboration de leurs connaissances orthographiques.

III. Trouble du langage écrit : la dyslexie

1. Définition et généralités

Le terme de 'dyslexie' est utilisé pour la première fois en 1917, par Hinshelwood.

La dyslexie développementale est un trouble spécifique de l'apprentissage du langage écrit. Elle concerne en moyenne 5 à 8% des enfants scolarisés, avec une prédominance masculine (sex ratio 4/1). Il n'existe pas de consensus sur la définition des troubles du langage écrit chez l'enfant, cette absence étant expliquée par l'existence de diverses théories et modèles concernant l'apprentissage et par une approche plurifactorielle et pluridisciplinaire de ces troubles. Toutefois, les déficits définis de la dyslexie sont limités au domaine de la lecture et surviennent en l'absence de tout trouble sensoriel, neurologique, psychiatrique ou de déficience intellectuelle (QI>90) ainsi qu'en l'absence

de carences socioculturelles et d'une scolarité non-favorable au bon déroulement de l'apprentissage de la lecture (critères d'exclusion définis par le CIM-10 et le DSM-V). La dyslexie traitée dans ce travail est un trouble développemental et diffère de la dyslexie acquise de l'enfant ou de l'adulte, consécutive à une lésion cérébrale. Par ailleurs, il s'agit d'un trouble spécifique, c'est-à-dire un « trouble par nature durable dans le temps, résistant en partie aux remédiations, divers dans ses formes et dans les signes associés, variable par sa gravité et par les incapacités générées » (Veber & Ringard). Ce trouble se distingue d'un simple retard de lecture par la persistance des comportements défaillants malgré une prise en charge orthophonique adaptée.

Le diagnostic est posé à partir d'un retard significatif de lecture d'au moins 18 mois par rapport à l'âge réel de l'individu (CIM-10) et est mesuré à l'aide de tests étalonnés et standardisés. Cet écart est jugé significatif pour les enfants entre 8 et 12 ans. Enfin, ce déficit doit interférer de façon significative sur la réussite scolaire ou sur les activités de vie courante faisant appel à la lecture (DSM-IV).

Une dysorthographe lui est souvent associée et il est fréquemment observé en clinique des difficultés de langage oral dans la petite enfance.

2. Typologies

Les classifications de la dyslexie permettent de préciser le diagnostic et d'affiner la prise en charge (Plaza, 2002). Trois types de dyslexie (se référant au modèle à double voie de Coltheart) sont classiquement retenus dans la littérature ; la prévalence de chacun de ces types de dyslexie variant suivant les études.

2.1. La dyslexie phonologique

La dyslexie phonologique met en évidence des difficultés, voire une incapacité, à utiliser la voie par assemblage. Le sujet présente des difficultés de lecture pour les pseudo-mots et les mots inconnus. Il produit des paralexies phonémiques (omissions, substitutions, inversions, simplifications) signant une conscience phonologique altérée, ainsi que des erreurs sur les graphies contextuelles, corrélées à une utilisation de la procédure analytique défaillante. Des erreurs de lexicalisation sont également possibles (transformation de pseudo-mots en mots connus), qui traduisent l'utilisation des connaissances lexicales (mots connus) pour traiter la séquence à lire. Ce trouble se caractérise par un défaut dans la représentation, le stockage ou la récupération des segments phonologiques. C'est pourquoi les enfants dyslexiques dont la voie phonologique est déficiente présentent des difficultés de segmentation phonémique et échouent dans la conversion graphème-phonème. Ils ne sont pas en mesure d'effectuer un apprentissage explicite du décodage puisque les habiletés phonologiques nécessaires sont indisponibles (Gombert, 2003). Le sujet utilise préférentiellement la voie d'adressage.

Le degré de sévérité du trouble peut varier assez considérablement d'un enfant à l'autre et les formes pures sont relativement rares en clinique. En effet, un enfant dyslexique phonologique présente souvent un faible niveau de performance en lecture ou écriture de mots irréguliers. Le trouble étant alors jugé secondaire à l'inefficacité de la procédure analytique.

2.2. La dyslexie de surface

Les formes pures de dyslexies de surface sont dites relativement rares en clinique. La dyslexie de surface est caractérisée par une voie d'adressage défaillante. Le sujet rencontre des difficultés pour élaborer une image visuelle stable des mots ne permettant pas l'acquisition d'un stock orthographique nécessaire à la lecture automatique. Le stock de connaissance orthographique du lexique mental est faible car les images mentales ne sont pas stabilisées. Le sujet commet des erreurs visuelles, en confondant des lettres ou des séquences graphiquement proches (ex : « cadeau » lu /kodo/) et en régularisant les mots irréguliers (« chaos » lu /Sao/), sans effet de fréquence ou de régularité. Il présente des difficultés de traitement visuel qui se manifestent fréquemment par des difficultés à comparer des séquences de lettres ou à identifier des cibles parmi des distracteurs (qu'il s'agisse de matériel verbal ou non-verbal). Les difficultés sont prépondérantes en lecture de mots irréguliers, tandis que la lecture des mots réguliers et des pseudo-mots est relativement préservée mais très ralentie (Martinet & Valdois, 1999). L'effet positionnel est important et lié à une mauvaise focalisation attentionnelle. En effet, les graphèmes sont plus ou moins bien lus en fonction de leur position dans le mot (Bosse, Tainturier & Valdois, 2004). C'est le plus souvent l'absence de trouble des compétences métaphonologiques, la présence de difficultés de traitement visuel et l'existence d'une dysorthographe massive touchant l'orthographe d'usage des mots qui amènent alors à poser un diagnostic de dyslexie de surface. La lecture est ânonnée et lente, l'accès au sens peut être perturbé. La voie de lecture préférentielle est la voie d'assemblage avec une lecture analytique.

2.3. La dyslexie mixte

La dyslexie mixte est l'altération des deux voies de lecture. Elle associe des difficultés de déchiffrages de graphèmes et un lexique interne pauvre, des difficultés de lecture de pseudo-mots ainsi que de mots réguliers et irréguliers. La compréhension en lecture est compromise.

Ces distinctions entre dyslexie phonologique, dyslexie de surface et dyslexie mixte sont efficientes d'un point de vue clinique, notamment en vue de la mise en place de stratégies de rééducation adaptées aux difficultés du patient. Toutefois, la différenciation des trois formes de dyslexie n'est pas évidente dans la mesure où les troubles sont imbriqués. Ainsi, une altération de la voie phonologique entraîne une moindre efficacité de la voie d'adressage puisque le manque d'expérience de lecture empêche la formation d'un lexique orthographique stable suffisant. La difficulté de reconnaissance globale des mots prive le patient d'une lecture fluide et non coûteuse d'un point de vue attentionnel.

Chapitre II

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

I. Hypothèse générale

Les hypothèses phonologiques, depuis longtemps argumentées et validées, quelques soient les langues, ont généré la création de nombreux tests permettant une évaluation exhaustive en précision et en temps de l'analyse syllabique et phonémique, de la mémoire à court terme phonologique et de la dénomination rapide automatisée.

Actuellement, de nombreux aspects de l'analyse visuo-attentionnelle, de l'orientation spatiale et de l'attention temporelle sont supposés corrélés aux difficultés d'identification du mot écrit (Bedoin, 2015). Notre étude propose d'évaluer deux aspects visuo-attentionnels, ayant aboutit récemment à la réalisation de deux tests validés en France et disponibles en clinique, EVADYS (Valdois) et SIGL (Bedoin & Medina), évaluant respectivement l'empan visuo-attentionnel et le traitement de l'interférence des niveaux local et global. Les troubles de l'orientation spatiale et de l'attention temporelle ne seront pas abordés dans notre partie pratique car nous ne disposons pas, à notre connaissance, des moyens pour les évaluer.

Notre étude se limite à une évaluation des troubles cognitifs phonologiques et visuo-attentionnels sous-jacents, chez le sujet dyslexique dans une finalité de remédiation. Notre approche est d'apporter des éléments de réflexion quant à l'intérêt d'évaluer les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles des patients suivis pour un trouble d'apprentissage du langage écrit afin de cibler les conduites remédiatives. Nous espérons ainsi démontrer que la taxonomie des troubles dyslexiques doit se fonder sur l'origine cognitive du trouble et non sur les procédures de lecture pour orienter la prise en charge.

II. Hypothèses opérationnelles

- Tous les enfants dyslexiques de notre population (CM1, CM2, 6^{ème}, 5^{ème}) devraient présenter des performances altérées par rapport aux enfants de même âge chronologique aux épreuves phonologiques et/ou visuo-attentionnelles.
- Du fait d'une évaluation commune des compétences phonologiques et visuo-attentionnelles, il est attendu un pourcentage plus important d'enfants présentant un « double déficit ».
- La présence d'un « double déficit » devrait entrainer des troubles d'identification plus importants.
- La taxonomie des troubles dyslexiques doit se fonder sur l'origine cognitive du trouble et non sur les procédures de lecture pour orienter la prise en charge.
- L'évaluation cognitive des aspects phonologiques et visuo-attentionnels est indispensable à la compréhension des troubles de la lecture.

Chapitre III
PARTIE PRATIQUE

I. Population

1. Présentation de la population

Ce travail correspond à une étude de cas multiples. Si le type de classification de la dyslexie est largement répandu dans la littérature, il semble qu'en pratique les choses ne soient pas si claires. On ne rencontrerait qu'un tiers de cas purs (Castles & Coltheart, 1993, cités par Duplat & Girier, 2006). C'est pourquoi nous avons choisi de nous intéresser à tous les enfants présentant des troubles spécifiques du langage écrit, diagnostiqués comme tels au vu de leur retard en lecture et sans préjuger du type de dyslexie. Ces enfants ont été recrutés auprès d'orthophonistes issus de différents cabinets afin de réduire le risque d'un effet global de rééducation. Ces enfants bénéficient d'une rééducation orthophonique.

2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Les enfants sélectionnés répondent aux critères classiques de la dyslexie ainsi que d'autres critères plus spécifiques pour l'étude.

CRITERES D'INCLUSION

- Scolarisés en classe de CM1, CM2, 6^{ème} ou 5^{ème} (nés entre 2003 et 2006)
- QI normal entre 90 et 130
- Scolarisation normale
- Langue maternelle : français
- Retard de lecture égal ou supérieur à 18 mois par rapport à l'âge de l'enfant (test de l'Alouette, Lefavrais, 1967).

CRITERES D'EXCLUSION

- Troubles sensoriels auditifs et visuels importants
- Troubles neurologiques
- Trouble d'hyperactivité avec déficit attentionnel (syndrome TDA-H)
- Trouble de la personnalité, trouble envahissant du développement ou pathologie psycho-affective prédominante
- Retard de langage et/ou de parole, trouble du langage oral important ou provenant d'un bilinguisme
- Dysphasie, dyspraxie, dyscalculie

II. Protocole expérimental : matériel

1. Déroulement du protocole

Les enfants sont testés individuellement au cabinet de leur orthophoniste, dans une pièce calme et sans passage, pour éviter toute distraction pouvant influencer les résultats aux épreuves. Les épreuves présentées sont effectuées selon le respect du manuel d'utilisation du test. La passation est proposée en deux fois quarante minutes afin d'amoindrir l'effet de la fatigabilité sur la concentration.

2. Évaluation des processus phonologiques

Notre recherche s'inscrit dans la démarche hypothético-déductive, nous avons utilisé des épreuves expérimentales apportant des données comportementales quantifiables pour tester nos hypothèses.

- Épreuve de métaphonologie :

non-mots - 7 phonèmes		+/ -	mots - 7 phonèmes		+/ -
raproudr			repandre		
cantunio			continuer		
obinduna			abandonner		
sarprose			surprise		
coumirud			camarade		
rospari			respirer		
narotir			nourriture		
iscolia			escalier		
cumossar			commissaire		
tration			rattraper		
temps :			temps :		

non-mots - 7 phonèmes		mots - 7 phonèmes	
r.a.g.i.r.d.o		r.e.g.a.r.d.é	
k.o.u.p.r.i.n.d.r		k.o.n.p.r.a.n.d.r	
é.j.a.r.d.i.o		o.j.o.u.r.d.u.i	
i.b.i.n.d.u.n.a		a.b.a.n.d.o.n.é	
a.b.s.i.r.v.o		o.b.s.a.i.r.v.é	
k.o.m.u.r.a.i.d		k.a.m.a.r.a.d	
i.n.p.r.o.u.s.u.ai		i.n.p.r.a.i.s.i.on	
n.a.r.o.t.e.r		n.o.u.r.i.t.u.r	
a.t.o.l.é.z.u		u.t.i.l.i.z.é	
d.i.k.o.n.v.a.r		d.é.k.o.v.a.i.r	
temps :		temps :	

Figure 7 : Évaluation du phonème, d'Emmanuelle Metral.

Nous avons choisi d'évaluer les habiletés phonologiques de base à partir des tests de segmentation et de fusion de l'« Évaluation du phonème » d'Emmanuelle Metral puisqu'ils constituent les processus phonologiques de base nécessaires au développement des habiletés métaphonologiques. En outre, ils tiennent compte du facteur temps, permettant d'évaluer distinctement :

- l'utilisation de ces processus : nombre de réponses correctes
- l'automatisation de ces processus : temps effectué.

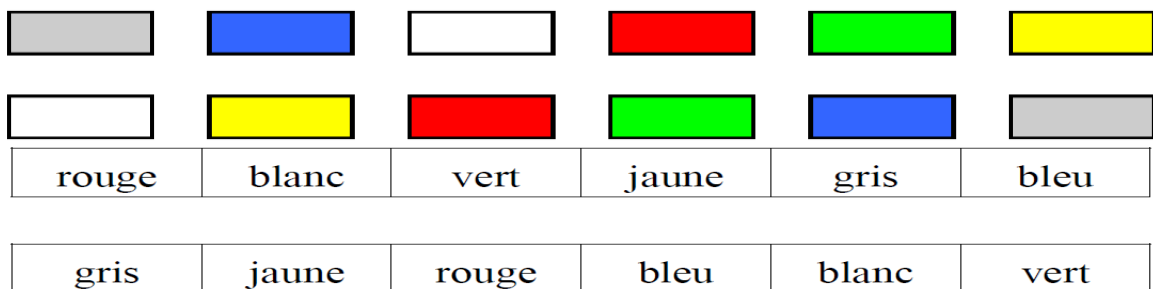
L'épreuve de segmentation et de fusion phonémique s'appuie sur une liste de mots, composés de sept phonèmes, pour les enfants en primaire et de non-mots pour les enfants au collège. Pour la segmentation, l'enfant doit décomposer en phonèmes à l'oral le terme proposé (reprendre → /r-e-p-r-en-d-r/). Pour la fusion phonémique, il s'agit du processus inverse, l'enfant doit combiner les phonèmes énoncés oralement par l'orthophoniste pour recomposer le mot ou le non-mot. Le nombre d'items réussis et le temps mis pour effectuer une liste de dix items sont notés. La segmentation ainsi que la fusion des mots de sept phonèmes sont normalement acquises dès la fin du CE1. Un minimum de huit items sur dix doit être réussi en moins de deux minutes. Si les résultats sont inférieurs à 8/10 et le temps supérieur à deux minutes, la manipulation phonémique est considérée comme non-acquise ou en cours d'acquisition. Cette épreuve n'est pas étalonnée scientifiquement puisque les normes énoncées correspondent à une population de 30 sujets par classe d'âge. Pour cette raison, nous proposons également l'épreuve phonologique de l'EVALEC, validée scientifiquement.

- **EVALEC** (Batterie informatisée d'évaluation diagnostique des troubles spécifiques d'apprentissage de la lecture, Sprenger-Charolles, Colé, Piquard-Kipffer & Leloup, 2010):

Pour les tests d'analyse et de mémoire phonologique, EVALEC ne comporte que des pseudo-mots afin d'éviter les biais liés au niveau de vocabulaire. De plus, pour éviter des biais dus à la qualité de l'articulation des expérimentateurs, les items ont été enregistrés. Pour les trois tests d'analyse phonologique sont utilisées des tâches de suppression du premier élément d'un item : syllabe ou phonème. Le test syllabique inclut dix trisyllabiques consonne-voyelle (CV). Les deux autres tests comportent des items de trois phonèmes (douze CVC et douze CCV). Pour les deux premiers tests, la première consonne est soit une occlusive, soit une fricative. Dans le troisième, une occlusive ou une fricative est suivie par une liquide et une occlusive est suivie ou précédée par une fricative.

Pour évaluer la mémoire à court terme, une liste de pseudo-mots de trois à six syllabes a été élaborée (six items par longueur, trois avec uniquement des syllabes CV, trois avec CVC). Les items sont présentés par série, des plus courts aux plus longs. L'enfant doit répéter chaque item précisément, sans contrainte temporelle.

La rapidité et la précision de la dénomination sont évaluées par un test de dénomination sérielle rapide. Les enfants doivent dénommer le plus rapidement et le mieux possible six couleurs (rouge, jaune, vert, bleu, blanc, gris) présentées huit fois en ordre différent. Le support est constitué soit des planches de couleur (matériel non-verbal), soit des noms de couleur (matériel verbal), ce qui permet de vérifier si les problèmes de rapidité sont ou non spécifiques à la lecture. Avant chaque test, on présente à l'enfant soit les six planches de couleur, soit les six noms de couleur, et on lui demande de les dénommer le plus rapidement possible et sans en oublier.



Les performances hors lecture des enfants de notre échantillon seront situées par rapport à la norme. Les enfants sont considérés dans la norme de +1 écart-type à -1 écart-type, en dessous de la norme de -1 écart-type à -1,6 écart-type et pathologiques à partir de -1,6 écarts-types.

3. Évaluation des capacités visuo-attentionnelles

SIGL :



Figure 8 : SIGL, Bedoin & Medina

Il s'agit d'une épreuve informatisée de focalisation attentionnelle qui permet de mesurer les interférences du niveau global sur le niveau local dans l'analyse de stimuli hiérarchisés ou inversement. Elle est composée de quatre temps : deux temps où le sujet doit orienter son attention sur le niveau global et deux temps où il doit prêter attention au niveau local.

Dans un premier temps, face au stimulus hiérarchisé, l'enfant doit indiquer s'il perçoit une étoile ou une lune, en cliquant sur une touche spécifique (identifiée par une gommette) sur le clavier. Il doit alors résister à l'interférence portée par le niveau local,

celui du détail. En effet, il y a des items contrôles et des items pièges. Les items contrôles sont des stimuli où l'autre niveau n'interfère pas avec le niveau à traiter. Par exemple, si le sujet doit traiter la partie dessin-global, l'item contrôle sera composé d'une grande étoile (ou d'une lune) formée de petits dessins autres que la deuxième réponse possible (lune pour étoile et inversement). Les autres dessins peuvent être des cœurs, des croix et des champignons. Les items contrôles permettent de mettre en évidence une impulsivité trop importante et donc un manque de contrôle exécutif. Les items pièges quant à eux sont composés des deux cibles possibles. C'est-à-dire, pour le bloc dessin-global par exemple, où les deux possibilités sont « étoile » et « lune », les petites formes composantes seront de la forme cible opposée : si la réponse attendue est « étoile », l'item sera une étoile formée à l'aide de petites lunes. Ici le niveau local produit alors des interférences sur le traitement du niveau global. Le sujet doit alors inhiber ce niveau.

Pour effectuer ce test, l'enfant est assis face à l'écran. Avant chaque item, un signe « égal » apparaît au centre de l'écran afin d'attirer l'attention de l'enfant (pendant 975ms), puis il disparaît en faveur d'un stimulus qui s'affichera à gauche ou à droite de l'écran de manière aléatoire (pendant 175 ms). L'enfant devra alors décider laquelle des deux cibles il a aperçu et appuyer le plus vite possible sur la touche du clavier correspondante : « V » pour l'étoile et « N » pour la lune. Ces touches sont repérées grâce à des gommettes apposées afin de rappeler l'association touche-cible. L'item suivant intervient 1000 ms après la réponse précédente. Pour une question de charge de travail pour nos sujets liée à la durée des tests, nous ne testerons pas l'épreuve de lettres qui reprend les mêmes principes avec des stimuli-lettres : un grand A ou un grand M dessinés à partir de petites lettres.

- EVADYS

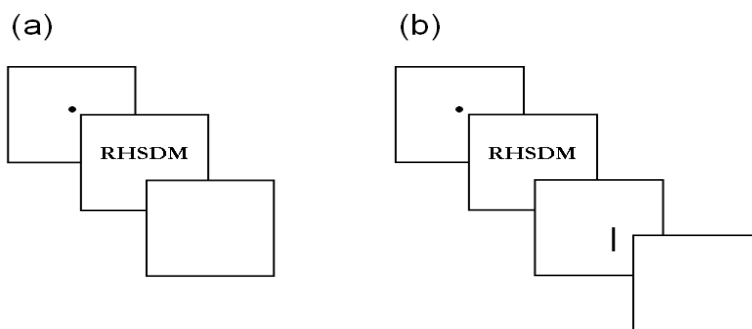


Figure 9 : EVADYS, Valdois

Deux épreuves, de report global (a) et de report partiel (b), sont classiquement utilisées pour mesurer les capacités de l'empan visuo-attentionnel. Ces épreuves consistent à présenter des séquences de lettres et à demander aux enfants de dénommer l'ensemble des lettres de la séquence, pour la tâche de report global, ou seulement une lettre dont la position varie aléatoirement dans la séquence, pour la tâche de report partiel. Dans la mesure où l'intérêt du test est d'évaluer le trouble du traitement parallèle de plusieurs lettres, une tâche contrôle d'identification de lettres isolées est également proposée. Elle permet de s'assurer qu'un faible score en séquence de lettres n'est pas simplement dû à

des difficultés d'identification de lettres isolées. Les lettres sont choisies parmi un ensemble de dix consonnes {B P T F L M D S R H} et apparaissent un nombre égal de fois dans chaque position. Les séquences de lettres ne correspondent jamais au squelette d'un mot afin d'éliminer toute activation lexicale susceptible d'interférer avec la performance. Le temps de 200ms correspond au temps de fixation moyen observé en lecture et empêche qu'une saccade puisse être réalisée. La réponse donnée par le sujet correspond au nombre de lettre traitées en parallèle au cours d'une seule fixation. Néanmoins le traitement n'est pas limité ; étant donné la rémanence rétinienne, la séquence est encore disponible en mémoire iconique après sa disparition de l'écran. L'espacement entre les lettres est augmenté de façon à limiter les effets de masquage latéral.

La tâche de report global consiste à présenter sur l'écran d'ordinateur une séquence de cinq lettres pendant 200ms. La séquence est précédée d'un point de fixation central de sorte que l'œil de l'enfant fixe la lettre en troisième position dans la séquence au moment du traitement. L'enfant dénomme verbalement l'ensemble des lettres qu'il a pu identifier dès la disparition de la séquence de lettres. Seule l'identité des lettres est prise en compte dans la cotation, indépendamment de la position dans laquelle les lettres sont dénommées (ex : pour la séquence « RHSDM » sont considérées comme correctes les réponses « HDSMR » ou « SDRMH »).

La tâche de report partiel est très similaire à la tâche de report global, si ce n'est qu'une barre verticale est présentée sous la séquence de lettres dès la disparition de celle-ci. La barre indique la position de la lettre qui doit être dénommée. Cette barre apparaît aléatoirement et un nombre égal de fois sous chaque position.

L'épreuve de seuil d'identification de lettres consiste à présenter une consonne au centre de l'écran pendant un temps limité qui varie aléatoirement de 33 à 100ms (33, 50, 67, 84, 100). La présentation de la lettre est suivie d'un masquage (trois flocons) qui reste à l'écran pendant 150ms. Le masque a pour fonction de s'assurer que le temps de traitement de la lettre est limité au temps d'affichage de celle-ci. L'enfant doit dénommer la lettre après la disparition du masque.

- **GERIP – fenêtre attentionnelle :**



Figure 10 : GERIP - La fenêtre attentionnelle, Basset-Reyne, Metral & Pinazo

La fenêtre attentionnelle (Basset-Reyne, Metral & Pinazo) est évaluée avec une épreuve informatisée présentant des ronds de couleurs, pendant 50 ms (temps suffisant pour que l'œil ait le temps de traiter tous les éléments en une seule fixation et sans saccade) et dont la réponse est donnée en choix multiples. Le matériel non-verbal n'influence pas les résultats des patients présentant un trouble du langage écrit. Le patient est assis face à l'écran de l'ordinateur et est testé sur dix essais. La fenêtre attentionnelle correspond au nombre de ronds dont le dernier score est supérieur ou égal à 8/10.

Normes de la fenêtre attentionnelle (nombre de ronds de couleurs)

CE1	CE2	CM1	Adulte
3	4	5	7 +/-2

Cette épreuve n'est pas étalonnée scientifiquement puisque les normes énoncées correspondent à une population de 30 sujets par classe d'âge. Pour cette raison, nous proposons également les épreuves de l'EVADYS, validées scientifiquement.

- **La Baleine Paresseuse :**

Cette épreuve de copie permet d'estimer la fenêtre de copie du sujet, c'est-à-dire le nombre de caractères moyen que l'enfant peut retenir en une seule fixation visuelle. Elle sert à évaluer la taille des unités stockées en mémoire sémantique. Cette épreuve dépend des capacités visuo-attentionnelles mais aussi du langage écrit. Le résultat de ce test dépend de la fenêtre visuo-attentionnelle de l'enfant mais aussi de son stock orthographique car il est plus facile de mémoriser un mot ou un fragment de mot connu pour le copier que de retenir un mot inconnu. L'enfant dans cette épreuve doit recopier pendant trois minutes un texte comportant cent dix-sept mots (choisis pour leur fréquence à partir de la base de données lexicales Novlex de Lambert & Chesnet, 2001). Le texte est disposé verticalement afin que l'examineur puisse repérer plus facilement les prises d'indices visuels de l'enfant. Pendant la tâche, l'examineur comptabilise le nombre de retours visuels effectués par l'enfant sur le modèle. Puis, le nombre de caractères correctement retranscrits est compté. La fenêtre de copie est obtenue en divisant le nombre de caractères par le nombre de retours.

Normes de la fenêtre de copie (nombre de lettres)

CE1	CE2	CM1	CM2
2,86	4,10	5,31	7,15

4. Évaluation des procédures d'identification du mot écrit

- **L'Alouette** (Lefavrais, 1967) :

Ce test est une épreuve de vitesse de lecture permettant d'estimer l'âge de lecture d'un sujet, qui indique le niveau de déchiffrage acquis. Il consiste à lire à haute voix un texte sans signification composé de 265 mots, pendant trois minutes ou moins selon la rapidité du lecteur. Le texte est composé de cinq paragraphes où la taille des caractères diminue progressivement. Des dessins ont été rajoutés sur les pourtours de la feuille pour jouer le rôle de distracteurs. L'incohérence du texte interfère avec la suppléance mentale (appui sur le sens global du texte) qui intervient lors de la lecture d'un texte signifiant. Le test évalue ainsi plus spécifiquement le déchiffrage en situation d'interférence. Il n'est pas constitué de façon anodine et l'introduction de faux indices parmi les indices pertinents amènerait les enfants à tomber dans ce que Lefavrais appelle « des pièges ». Les erreurs commises lors de la lecture sont alors considérées comme résultant d'une défaillance dans le décodage. La plupart des mots sont relativement rares et probablement inconnus des jeunes sujets. Lecocq (1991) souligne que « cela équivaut en fait à contraindre l'enfant à lire des mots qu'il ne connaît pas, et ceci dans une situation naturelle de lecture ». L'absence de sens et la présence de mots rares en fait un texte très particulier et non représentatif des textes auxquels l'enfant est habituellement confronté. Autrement dit, c'est un test de lecture qui demande à l'enfant de s'abstraire du sens du texte et du sens de l'activité de lecture. Par conséquent, l'enfant ne peut pas utiliser de stratégies d'anticipation ou d'inférence qui pourraient masquer ses difficultés.

Pour obtenir l'âge de lecture, la vitesse est prise en compte ainsi que le nombre d'erreurs commises. Ce test, qui sert de référence dans l'établissement du diagnostic de dyslexie, considère que le retard en lecture d'un enfant est significatif à partir de 18 mois de retard par rapport à son âge. Le test n'a pas été normalisé récemment (1967). La « normalisation » de 2005 ne porte que sur moins de 40 enfants par tranche d'âge.

« Le test de l'Alouette est assez classiquement utilisé. Ce texte a la particularité de ne véhiculer que peu de sens si bien que la lecture repose essentiellement sur l'identification des mots qui le composent. Il est donc tout particulièrement indiqué pour mettre en évidence un trouble dyslexique puisque celui-ci est précisément caractérisé par un déficit de l'identification des mots....Un retard de lecture d'au moins 18 mois pour des enfants ayant entre 8 et 12 ans est considéré comme un retard significatif, ce qui constitue un des critères définitoires de la dyslexie développementale. » Evaluation et prise en charge cognitive de l'enfant dyslexique, L. Launay, S.Valdois, Apprentissage de la lecture et dyslexie développementales, Solal, 2004

- **EVALEC** :

Le Test NIVORT (NIVeau ORThographique) permet d'évaluer la procédure lexicale de lecture et comporte quarante-huit mots fréquents de quatre niveaux de régularité. Les items du premier niveau de régularité sont des mots réguliers ne comportant que des graphèmes simples (une lettre pour un phonème). Ceux du second niveau intègrent un digraphe (ch, ou, on, etc.) et ceux du troisième niveau un graphème dont la prononciation

dépend du contexte (c, g). Enfin, ceux du dernier niveau sont irréguliers. Les items de chaque niveau de difficulté orthographique sont appariés en longueur (nombre de lettres, de phonèmes, de syllabes) ainsi qu'en fréquence orthographique (fréquence des bigrammes, Content & Radeau, 1988) et lexicale (Lété et al., 2004). Enfin, pour permettre le calcul des temps de latence, les items de chaque niveau ont également été appariés en fonction du phonème correspondant à leur graphème initial.

Les Tests LEXORT (LEXicalité et ORThographe) et LEXLONG (LEXicalité et LONGueur) ont pour objectif d'évaluer l'efficacité respective des procédures sublexicale et lexicale en comparant la lecture de mots réguliers et de pseudo-mots de différents niveaux de régularité (LEXORT) ou celle de mots irréguliers et de pseudo-mots de différentes longueurs (LEXLONG). LEXORT utilise les mots des trois premiers niveaux de régularité de NIVORT et des pseudo-mots construits sur le même principe (tomate-pitode; malin-nurin; cinéma-cirate). Comme pour NIVORT, les items de chaque niveau ont été appariés en longueur (nombre de lettres, de phonèmes, de syllabes), en fréquence orthographique (fréquence des bigrammes) et par leur graphème initial. LEXLONG utilise vingt mots irréguliers et vingt pseudo-mots, dix courts et dix longs.

Chaque réponse est enregistrée et est à analyser. Un spectrogramme sur lequel un curseur permet de situer le début et la fin de la réponse de l'enfant est présenté. Cela permet d'isoler le signal des éventuels bruits parasites. Seules les réponses correctes de l'enfant sont prises en compte. Si ce dernier hésite ou s'auto-corrige après une réponse erronée, l'item est considéré comme incorrect.

Le test TRIO a pour objectif d'évaluer l'efficacité de la procédure lexicale dans une tâche de lecture silencieuse en tenant compte de la précision et de la rapidité de détection d'un mot fréquent présenté en même temps qu'un pseudo-homophone (rouge) et un intrus visuel (rouge). L'enfant choisit le mot correct.

TABLE DES ABRÉVIATIONS

CCV : Consonne-consonne-voyelle

CVC : Consonne-voyelle-consonne

DSR : Dénomination sérielle rapide

EVA : Empan visuo-attentionnel

FA : Fenêtre attentionnelle

Irr. (ou Irrég.) : Irrégulier

LS : Lecture silencieuse

LVH : Lecture à voix haute

MCT : Mémoire à court terme

PM : Pseudo-mot

Rég. : Régulier

Segm. : Segmentation

Supp. : Suppression

Syll. : Syllabe

III. Données recueillies

1. Présentation de l'échantillon

La population se constitue de 28 patients scolarisés du CM1 à la 5^{ème} et dont l'âge varie entre 8 ans 9 mois et 12 ans 8 mois. Elle se compose de 10 filles et de 18 garçons, dont 15 CM1 - CM2 et 13 6^{ème} - 5^{ème}. Afin de respecter l'anonymat des patients, ils sont présentés par les initiales de leur prénom. Notre population étant réduite (inférieure à 30 patients), nous ne pourrions pas généraliser les résultats de notre étude.

Prénom	Classe	Age	Alouette	Prénom	Classe	Age	Alouette
G. C	CM1	8,9	6,3	L. P	6ème	11	7,5
B. H	CM1	8,9	7	N. Q	6ème	11,1	8,1
A. O	CM1	9,4	6,8	A. U	6ème	11,2	8,5
R. N	CM1	9,6	6,9	L. Z	6ème	11,3	8,4
G. F	CM1	9,7	6,8	L. T	6ème	11,3	7,7
S. D	CM1	9,9	6,5	E. S	6ème	11,4	6,8
A. I	CM2	9,3	7,6	B. X	6ème	11,5	6,9
H. A	CM2	10,1	7,8	A. W	6ème	12,1	9
L. J	CM2	10,3	7,1	N. AC	6ème	12,8	7,6
D. M	CM2	10,4	7,5	G. V	5ème	11,3	8,6
E. G	CM2	10,6	6,9	R. R	5ème	12,2	8,8
A. B	CM2	10,8	7,4	V. Y	5ème	12,6	8,9
M. E	CM2	10,8	6,9	E. AB	5ème	12,8	9,2
J. K	CM2	10,9	6,2				
F. L	CM2	11,3	6,8				

Par convention, aux tests issus de l'EVALEC, un enfant à -1 écart-type est dit faible lecteur, à -1,6 écart-type il est considéré comme pathologique. Le score seuil ainsi placé à -1,6 détermine le seuil de pathologie : à 0,1 écart-type près, un enfant passe de faible lecteur à pathologique. Il s'agit donc ici d'une approche neutre et objective de ce qu'est la norme et la pathologie. En clinique, une telle définition mérite d'être nuancée. Pour les tests issus de l'EVADYS, deux distinctions sont proposées : les sujets faisant partie des 15% des moins performants présentent un empan visuo-attentionnel réduit, les sujets s'inscrivant dans les 5% des moins performants présentent un empan visuo-attentionnel pathologique.

Dans un souci de lisibilité, les tableaux présentent les résultats obtenus aux épreuves sous forme d'intervalles. Les scores de précision sont indiqués en vertical et les temps en horizontal. Sont indiqués la moyenne des résultats obtenus par la population ainsi que l'écart à la norme à -1 écart-type et à -1,6 écart-type.

Score/temps	TEMPS	
SCORE	CM1 – CM2	Total
	6 ^{ème} – 5 ^{ème}	

2. Évaluation des processus phonologiques

2.1. La segmentation et la fusion de phonèmes

Un minimum de huit items sur dix doit être réussi en moins de deux minutes. Si les résultats sont inférieurs à 8/10 et le temps supérieur à 120 secondes, la manipulation phonémique est considérée comme non-acquise ou en cours d'acquisition. Rappelons qu'aux CM1 - CM2 sont présentés des mots et qu'aux 6^{ème} - 5^{ème} sont présentés des pseudo-mots. Le tableau présente les scores d'items réussis et de temps de traitement total.

FUSION	Intervalles temps (sec)							
	]80 ; 120]		]120 ; 160]		]160 ; 200]		]200 ; 300]	
8≤...<10	1	4	1	1				
	3							
4≤...<8	7	10	2	4	1	2		
	3		2		1			
0<...<4			3	4		1		2
			1		1		2	

SEGM.	Intervalles temps (sec)							
	[60 ; 120]		]120 ; 160]		]160 ; 200]		]200 ; 300]	
8≤...<10	1	3						
	2							
4≤...<8	4	5	1	3			1	1
	1		2					
0<...<4	3	5	3	4	2	6		1
	2		1		4		1	

- 1 sujet ne présente pas de trouble pour les épreuves de fusion et segmentation.
- 3 sujets sont en cours d'acquisition des manipulations phonémiques car les scores de mots réussis sont proches de 8 (7, 7, 8 en score pour la fusion et 6, 10, 6 en score pour la segmentation) et les temps de traitement ne sont pas ralentis (103, 88, 93 pour la fusion et 89, 60, 80 pour la segmentation).
- 4 sujets ne présentent pas de trouble pour l'épreuve de fusion mais échouent à l'épreuve de segmentation.
- 1 des sujets sera considéré comme non-pathologique car la moyenne des deux manipulations phonémiques donne un score d'items réussis supérieur à 8 (7 pour la fusion et 10 pour la segmentation) et le temps de traitement n'est pas ralenti (en 88 et 60 secondes).

Ce test révèle que 24 sujets sur 28 présentent une altération sévère de la manipulation phonémique, soit 85,71% de notre population et 2 sujets sont faibles 7,14%.

En outre, les sujets ne présentant pas de trouble pour les épreuves de fusion et de segmentation n'en présente pas pour les épreuves de manipulation phonémique suivantes.

2.2. La suppression syllabique, phonémique type consonne-voyelle-consonne (CVC) et type consonne-consonne-voyelle (CCV)

L'épreuve est constituée de 10 pseudo-mots trisyllabiques de type CVCVCV, de 12 monosyllabiques de type CVC et de 12 autres monosyllabiques de type CCV. Le traitement de groupes consonantiques de type CCV est plus difficile que celui des groupes CVC. L'enfant doit supprimer la première syllabe pour les 10 pseudo-mots trisyllabiques et le premier phonème pour les 24 pseudo-mots monosyllabiques. Le pourcentage d'erreur et la durée totale de la passation sont calculés et présentés dans ce tableau. Pour la suppression syllabique, les normes sont seulement étalonnées jusqu'au niveau CM1.

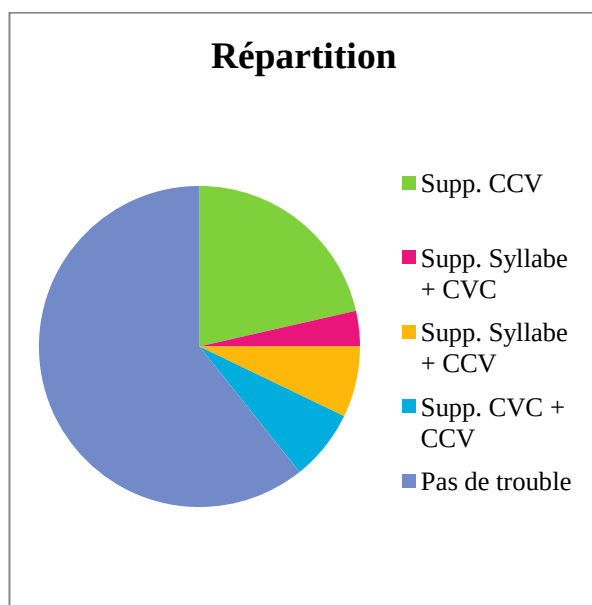
SUPP. SYLL.	Intervalles temps (sec)							
	]20 ; 40]		]40 ; 50]		]50 ; 60]		]60 ; 99]	
0	3	3	3 4	7				
10	1 1	2	2 1	3	3 3	3	1 1	
20	1	1	1	1	1 1	1	2 2	
30			1	1				
40					1 1	1	1 1	
50			1 1	1				
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	13,33	6ème - 5ème :	11,54	Totale :	12,5		
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	52,77	6ème - 5ème :	45,38	Totale :	49,34		
Ecart type -1 Score	CM1 :	29,11						
Ecart type -1 Temps	CM1 :	52,45						
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	38,36						
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	59,75						

SUPP CVC	Intervalles temps (sec)							
	]20 ; 50]		]50 ; 54]		]54 ; 58]		]58 ; 80]	
0	5 7	12					1 1	1
8.33	6 2	8			2 2	2		
16.67	1	1	1 1	1	2 2	2		
25							1 1	1
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	6,67	6ème - 5ème :	5,77	Totale :	6,25		
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	37,67	6ème - 5ème :	38,41	Totale :	38,01		
Ecart type -1 Score	CM1 :	12,9	6ème :	8,96	5ème :	6,27		
Ecart type -1 Temps	CM1 :	47,28	6ème :	38,58	5ème :	33,8		
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	17,41	6ème :	12,46	5ème :	8,67		
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	53,52	6ème :	42,72	5ème :	36,68		

SUPP CCV	Intervalles temps (sec)					
	[25 ; 50]		[50 ; 54]		[54 ; 58]	
0	1	3				
	2					
8.33	1	3				
	2					
16.67	1	3			1	1
	2					
25				2	3	
				1		
33.33		1	1	2		1
	1		1		1	
41.67			2	2		2
					1	
50	1	1				
58.33	1	1				
66.67	1	1				
75	1	1				
83.33	1	1			1	1
91.67		1				
	1					
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	40,56	6ème - 5ème :	28,21	Totale :	34,82
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	51,38	6ème - 5ème :	45,79	Totale :	48,78
Ecart type -1 Score	CM1 :	36,56	6ème :	25,68	5ème :	19,28
Ecart type -1 Temps	CM1 :	56,92	6ème :	44,51	5ème :	41,77
Ecart type -1.6 Score	CM1 :	46	6ème :	31,37	5ème :	24,55
Ecart type -1.6 Temps	CM1 :	64,31	6ème :	48,9	5ème :	45,35

- 10 sujets ne présentent pas de trouble pour la manipulation phonémique de type suppression.
- 7 sujets sont en cours d'acquisition ; les taux d'erreurs ne sont pas pathologiques mais le temps de traitement est lent (compris entre 54,02 et 73,27).

Ce test révèle que 11 patients sur 28 (39,29% de la population) présentent une altération d'une (ou plus) de ces trois tâches d'analyse phonologique, soit 10,71% (de la population) pour la suppression syllabique, 10,71% pour la suppression phonémique (type CVC) et 35,71% pour la suppression phonémique (type CCV).



3,57% des sujets de la population sont défaillants uniquement pour la suppression syllabique et phonémique (type CVC), 7,14% uniquement pour la suppression syllabique et phonémique (type CCV), 7,14% uniquement pour la suppression phonémique (type CVC et CCV) et 17,86% uniquement pour la suppression phonémique (type CCV)

Pour les temps de traitement, ils sont 7 sujets (25%) à présenter un temps de traitement pathologique pour la tâche de suppression syllabique, pour la tâche de suppression

phonémique (type CVC) 6 sujets (21,43%) et pour la tâche de suppression phonémique (type CCV) 8 sujets (28,57%).

Pour la tâche de suppression syllabique, nous supposons une meilleure réussite que pour les tâches de suppression phonémique puisque la syllabe est intégrée avant le phonème. Pourtant le pourcentage d'échec est équivalent pour la tâche de suppression syllabique et de suppression phonémique type CVC. Si la syllabe n'est pas acquise, le phonème non plus. Par ailleurs, le résultat des enfants ayant éprouvé des difficultés pour la tâche de suppression phonémique type CCV est en adéquation avec la difficulté majorée par la forme plus complexe du pseudo-mot. Le niveau de complexité de coarticulation plus complexe rend l'identification plus difficile.

2.3. La mémoire à court terme

36 pseudo-mots de 3 à 6 syllabes sont proposés. Chaque catégorie se compose de 6 items : 3 de type CV et 3 comportant une syllabe de type CVC.

Empan	Intervalles temps (sec)									
	[68 ; 72]		[72 ; 76]		[76 ; 80]		[80 ; 84]		[84 ; 88]	
6							1	1		
5	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
4				1			1	2	1	5
3					1	1	1	1	1	2
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	4,2	6ème - 5ème :	4,23	Totale :	4,21				
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	91,65	6ème - 5ème :	87,97	Totale :	89,94				
Ecart type -1 Score	CM1 :	4								
Ecart type -1 Temps	CM1 :	116,01	6ème :	52,68	5ème :	52,6				
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	3	6ème - 5ème :	4						
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	125,41	6ème :	55,67	5ème :	56,2				

- 10 sujets présentent un score d'empan pathologique.
- Le score d'empan de 5 sujets n'est pas pathologique ; seul leur temps de traitement est ralenti (temps compris entre 68,72 et 96,98 secondes).
- D'ailleurs, en temps de traitement, la population de 6^{ème} - 5^{ème} est en-dessous de la norme (-1,6 écarts-type, le seuil pathologique est à 55, 67).

Ce test révèle que 10 sujets sur 28 (35,71%) présentent un empan réduit dont 8 sujets avec un temps de traitement est lent. La mémoire phonologique de ces sujets n'est pas efficiente.

2.4. La dénomination sérielle rapide

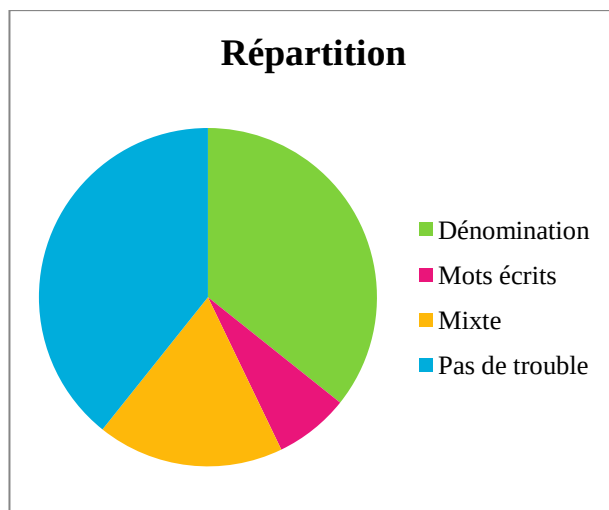
On présente à l'enfant une planche A4 sur laquelle se trouve des rectangles de 6 couleurs différentes puis des noms écrits de couleur (3 de type CVC et 3 de type CCV) : blanc, bleu, gris, jaune, rouge et vert. Chaque couleur est représentée 8 fois dans un ordre aléatoire. L'épreuve teste, d'une part, l'accès au lexique interne (couleurs) et, d'autre part, la lecture (noms de couleurs écrits). Le premier tableau correspond aux résultats obtenus à

l'épreuve de dénomination de couleurs, le deuxième aux résultats obtenus à l'épreuve de lecture des noms écrits de couleurs.

Nombre d'erreurs	Intervalles temps (sec)									
	]30 ; 40]		]40 ; 50]		]50 ; 60]		]60 ; 70]		]70 ; 105]	
0	2	6								
	4									
1	1	2	2	5		1				
	1		3		1					
2			1	1	1	1		1		1
3	2	3		1				1		1
	1		1							
4										
5										
6			2	2	2	3				
					1					
9					1	1				
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	3,27	6ème - 5ème :	1,46	Totale :	2,43				
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	51,8	6ème - 5ème :	42,54	Totale :	47,5				
Ecart type -1 Score	CM1 :	1	6ème :	0	5ème :	0				
Ecart type -1 Temps	CM1 :	52,52	6ème :	38,44	5ème :	36,05				
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	0	6ème :	0	5ème :	0				
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	59,5	6ème :	41,7	5ème :	38,76				

Nombre d'erreurs	Intervalles temps (sec)									
	]20 ; 30]		]30 ; 40]		]40 ; 50]		]50 ; 60]			
0	3	8	3	3						
	5						1		1	
1	2	5	3	4						
	3		1							
2		2		1	1	1				
	2		1							
3							1		1	
4							1		1	
5										
6			1	1						
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	1,33	6ème - 5ème :	0,77	Totale :	1,07				
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	35,8	6ème - 5ème :	30,31	Totale :	33,25				
Ecart type -1 Score	CM1 :	1	6ème :	0	5ème :	0				
Ecart type -1 Temps	CM1 :	27,1								
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	0	6ème :	0	5ème :	0				
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	29,2								

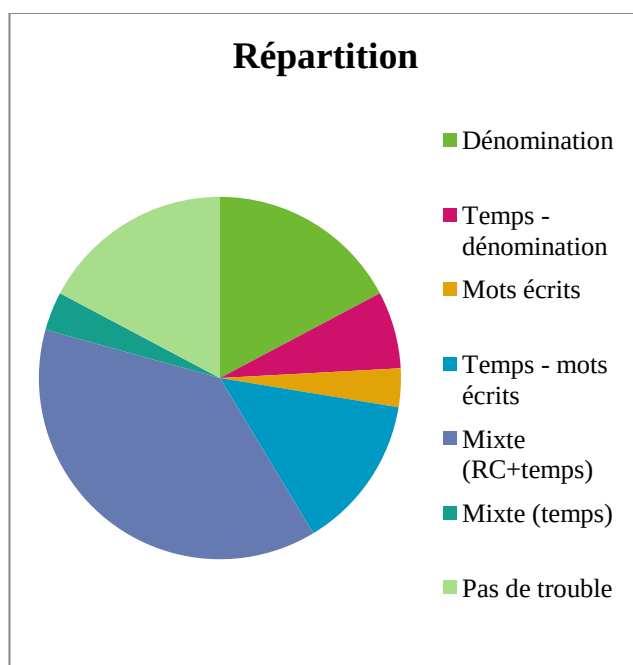
Ce test révèle que 15 sujets sur 28 (53,57%) présentent des taux d'erreurs pathologiques pour la dénomination des couleurs contre 7 sujets (25%) pour la lecture des noms de couleurs écrits.



10 sujets (35,71%) présentent un score d'erreurs pathologique uniquement pour la dénomination des couleurs. 2 sujets (7,14%) présentent un score d'erreurs pathologique uniquement pour la lecture des noms de couleurs écrits. Les scores d'erreurs de 5 sujets (17,86%) sont mixtes. L'accès au lexique interne semble plus difficile que la lecture des noms de couleur. Ainsi, 60,71% des sujets de la population produisent un score d'erreurs pathologique pour la DSR.

Pour les temps de traitement, la tendance s'inverse. 9 patients (32,14%) se situent en-dessous du seuil pathologique pour la dénomination des couleurs contre 14 patients (50%) pour la lecture des noms de couleurs écrits. L'efficacité des procédures de lecture reste fragile et ralentie.

Ainsi, 23 sujets (82,14%), scores de RC et temps confondus, montrent une difficulté majeure d'accès à la représentation phonologique du mot.



Pour la répartition précise, 3,57% des sujets présentent une faiblesse pour les temps (mixtes), 3,57% pour la lecture des mots écrits de couleur, 7,14% présentent un ralentissement du temps de dénomination et 14,29% de lecture des mots écrits, 17,86% présentent une défaillance pour la dénomination et 39,29% présentent des troubles mixtes.

3. Évaluation des capacités visuo-attentionnelles

3.1. SIGL

Il s'agit d'une épreuve informatisée de focalisation attentionnelle qui permet de mesurer les interférences du niveau global sur le niveau local dans l'analyse de stimuli hiérarchisés ou inversement. Le test permet de mesurer si un déficit d'inhibition des détails est présent ainsi que la présence d'un déficit de traitement spontané de l'aspect global. Quatre mesures sont objectivées. Les **TR** correspondent à la différence de temps de réponse entre les conditions piège et les conditions contrôle. Pour le **TR local**, si la valeur obtenue par l'enfant est au-dessus de l'intervalle de confiance, elle traduit un déficit d'inhibition des détails. Tandis que si le **TR global** est au-dessous de l'intervalle de confiance, la valeur indique un traitement insuffisamment spontané de la structure globale. L'échelle de temps est donnée en millisecondes. Les **TE** correspondent à la différence de pourcentage d'erreurs entre les conditions piège et les conditions contrôle. Pour les **TE local** et **TE global**, l'interprétation est la même que pour celle des **TR**. Ce test est étalonné jusqu'à l'âge de 11ans, seuls 14 de nos sujets ont pu être testés.

	Pas assez ralentis par l'interférence	Impact de l'interférence normal	Anormalement perturbés par l'interférence
TR local	9	2	3
TR global	6	4	4
TE local	8	6	0
TE global	12	0	2

- TR local : 9 sujets ne sont pas assez ralentis par l'interférence issue du local tandis que 3 sujets présentent un ralentissement de traitement cognitif par l'interférence issue du local.
- TR global : 6 sujets ne sont pas assez sensibles à l'organisation globale de la scène visuelle tandis que 4 sujets sont anormalement perturbés par l'organisation globale de la scène visuelle ce qui ralentit leur traitement cognitif.
- TE local : 8 sujets ne sont pas assez perturbés par l'interférence issue du local.
- TE global : 12 sujets ne sont pas assez sensibles à l'organisation globale de la scène visuelle tandis que 2 sujets sont anormalement perturbés par l'organisation globale ce qui dégrade leur traitement cognitif.

Ce test révèle que tous les patients présentent un trouble de la focalisation attentionnelle. Ils sont en majorité pas assez perturbés par l'interférence du niveau local sur le niveau global et inversement.

Pour les temps de réponses, les sujets résistent mieux aux interférences issues du local tandis qu'au niveau du score d'erreurs, la résistance est manifeste pour les interférences du niveau global sur le niveau local.

Pour les quelques sujets anormalement perturbés par les interférences d'un niveau sur l'autre, l'interférence du niveau global sur le niveau local est majoritaire.

3.2. EVADYS

3.2.1. Le report global

Le sujet doit dénommer verbalement l'ensemble des cinq lettres présentées qu'il a pu identifier dès la disparition de la séquence. Ce tableau présente l'estimation de l'empan visuo-attentionnel en report global, c'est-à-dire le nombre moyen de lettres correctement identifiées pour chaque séquence.

4≤...<5	4	11
	7	
3≤...<4	8	11
	3	
2≤...<3	3	6
	3	

- 17 sujets font partie des 5% des individus les moins performants de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.
- 4 sujets font partie des 15% des individus les moins performants de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.
- Les profils de réponse en fonction de la position de la lettre se caractérisent par un meilleur score pour les positions initiales. En se référant au tableau des moyennes, le taux de réussite est décroissant (P1 : 18,50 > P5 : 10,61).

Ce test révèle que 17 sujets présentent empan visuo-attentionnel réduit pour le report global, soit 60,71% de notre population.

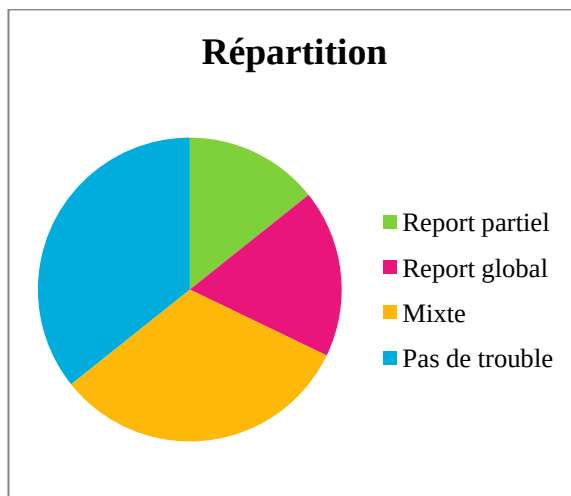
3.2.2. Le report partiel

Le sujet doit dénommer verbalement une seule des cinq lettres présentées indiquée par une barre verticale dès la disparition de la séquence. L'enfant ne connaissant pas à l'avance la position de la lettre indiquée, son attention doit se porter sur l'ensemble des lettres. Ce tableau présente l'estimation de l'empan visuo-attentionnel en report partiel, c'est-à-dire le nombre moyen de lettres correctement identifiées pour chaque séquence.

4≤...<5	6	14
	8	
3≤...<4	7	12
	5	
2≤...<3	1	1
...<2	1	1

- 13 sujets font partie des 5% des individus les moins performants de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.
- 1 sujet fait partie des 15% des individus les moins performants de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.
- Contrairement aux profils des performances en report global, nous n'observons pas d'avantage indéniable de la position initiale. Les scores en première position (P1) et position centrale (P3) sont légèrement meilleurs.

Ce test révèle que 13 sujets présentent un empan visuo-attentionnel réduit pour le report partiel, soit 46,43% de notre population. Les performances en report partiel sont donc meilleures qu'en report global.



14,29% des sujets de la population subissent une réduction pathologique de leur empan visuo-attentionnel en report partiel, 17,86% en report global et 32,14% une réduction de leur empan pour les deux types de tâche.

Suite à la moyenne des scores en tâches de report global et de report partiel, 12 sujets présentent un trouble de l'empan visuo-attentionnel, soit 42,86% de notre population.

3.3. GERIP

La fenêtre attentionnelle est évaluée avec une épreuve présentant des ronds de couleur et dont le modèle est à retrouver parmi le choix multiple. Ce tableau présente l'estimation de la fenêtre attentionnelle. La première colonne indique le nombre de ronds correspondant à

l'empan (résultats obtenus pour une réussite > à 8/10). Un empan de 5 ronds correspond à la norme pour le niveau CM1 et la norme adulte indique 7 +/-2.

5	3	6
	3	
4	6	14
	8	
3	6	7
	1	
2		1
	1	

- 6 sujets ne présentent pas de réduction de leur fenêtre attentionnelle.
- Les sujets ayant un empan égal à 5 (moyenne CM1 et moyenne inférieure adulte donc non-pathologique) présentent une fenêtre attentionnelle qui pourrait être élargie afin de renforcer les processus visuo-attentionnels mis en jeu dans la lecture.

Ce test révèle que 22 patients sur 28 subissent une réduction pathologique de leur fenêtre attentionnelle, soit 78,57% de notre population.

3.4. La baleine paresseuse

Cette épreuve de copie permet d'estimer la fenêtre de copie du sujet, c'est-à-dire le nombre de caractères moyen que l'enfant peut retenir en une seule fixation visuelle. Elle sert à évaluer la taille des unités stockées en mémoire sémantique.

[6 ; 9[		2
	2	
[5 ; 6[	1	2
	1	
[4 ; 5[	6	10
	4	
[3 ; 4[	3	4
	1	
[2 ; 3[	3	5
	2	
[1 ; 2[	2	5
	3	

Seul 1 sujet présente une fenêtre de copie conforme à la norme de la tranche d'âge considérée. Ainsi, 96,43% de notre population est en-dessous du seuil de la norme.

4. Évaluation de la lecture

4.1. L'Alouette

Ce test est une épreuve de vitesse de lecture permettant d'estimer l'âge de lecture d'un sujet, qui indique le niveau de déchiffrage acquis.

Prénom	Age	Alouette	Prénom	Age	Alouette
G. C	8,9	6,3	L. P	11	7,5
B. H	8,9	7	N. Q	11,1	8,1
A. O	9,4	6,8	A. U	11,2	8,5
R. N	9,6	6,9	L. Z	11,3	8,4
G. F	9,7	6,8	L. T	11,3	7,7
S. D	9,9	6,5	E. S	11,4	6,8
A. I	9,3	7,6	B. X	11,5	6,9
H. A	10,1	7,8	A. W	12,1	9
L. J	10,3	7,1	N. AC	12,8	7,6
D. M	10,4	7,5	G. V	11,3	8,6
E. G	10,6	6,9	R. R	12,2	8,8
A. B	10,8	7,4	V. Y	12,6	8,9
M. E	10,8	6,9	E. AB	12,8	9,2
J. K	10,9	6,2			
F. L	11,3	6,8			

Un retard de lecture d'au moins 18 mois pour des enfants ayant entre 8 et 12 ans est considéré comme un retard significatif, ce qui constitue un des critères définitoires de la dyslexie développementale. L'ensemble de notre population présente ce retard d'au moins 18 mois.

4.2. EVALEC

4.3. Lecture silencieuse - choix orthographique

L'épreuve se compose de 9 séries de 3 items composées chacune d'un mot fréquent, d'un pseudo-mot homophone et d'un intrus visuel. Les trois items sont présentés en ligne sur l'écran : l'enfant doit choisir le seul mot correctement orthographié. Cette épreuve de lecture silencieuse permet d'évaluer l'efficacité de la voie lexicale de l'enfant (sans la médiation phonologique). Ce tableau présente le pourcentage d'erreur global puis précise si elles sont de type visuel (100/0), phonologique (0/100) ou mixte (50/50) et le temps de traitement moyen des items réussis.

Pourcentage d'erreurs : visuelles / phonologiques		Intervalles temps de latence (ms)					
		[1000 ; 2000[	[2000 ; 3000[	[3000 ; 4000[	[4000 ; 5000[	[5000 ; 6000[	[6000 ; 10000[
0		1	5	4	1	1	1
11.11	100/0		2		2		
	70/30						
	50/50	1	4		3		
	30/70						
	0/100	1	2		1		
22.22	100/0	1					
	70/30						
	50/50	1	1	1	1		
	30/70						
	0/100						
33.33	100/0			1			
	70/30						
	50/50			1	1		1
	30/70						1
	0/100						
55.56	100/0						
	70/30						
	50/50						1
	30/70						
	0/100						1
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	14,81	6ème - 5ème :	6,84	Totale :	11,11	
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	3609,13	6ème - 5ème :	3740,85	Totale :	3670,29	
Ecart type -1 Score	CM1 :	9,95	6ème :	9,43	5ème :	5,67	
Ecart type -1 Temps	CM1 :	4159	6ème :	2598,3	5ème :	2056,6	
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	13,91	6ème :	13,25	5ème :	8,07	
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	4787,8	6ème :	2996,28	5ème :	2298,4	

Ce test révèle que 15 sujets sur 28 (53,57%) présentent un trouble pathologique dans la précision du choix orthographique. 33,33% de cet échantillon pathologique produit des erreurs purement phonologiques, 33,33% des erreurs purement visuelles et 33,33% des erreurs dites mixtes (ou 17,86% de notre population).

De plus, 9 sujets (32,14%) présentent un temps de traitement lent dont 6 (21,43%) avec de bons scores en précision. Ces sujets ont donc besoin de plus temps pour choisir correctement le mot bien orthographié.

4.4. Lecture à voix haute des mots réguliers

Rappelons que la série LEXORT permet d'évaluer l'efficacité de la voie lexicale grâce aux différences observées entre la lecture de mots réguliers et irréguliers (effet de régularité).

Cette série est issue de la série NIVORT, elle comporte 36 mots réguliers et fréquents. Ce tableau présente deux scores : le pourcentage d'erreurs et le temps de latence pour les mots correctement lus. Ainsi, des performances déficitaires seront révélées par un nombre d'erreurs important ou par un temps de lecture trop long par rapport à la moyenne des normo-lecteurs de sa classe d'âge.

Intervalles pourcentage d'erreurs	Intervalles temps de latence (ms)							
	[600 ; 800[		[800 ; 1000[		[1000 ; 1200[		[1200 ; 1600[	
[0 ; 10[	1	4	5	10				
	3		5					
[10 ; 20[			1	2	1	2	2	2
			1		1			
[20 ; 30[			1	3	3	3		
			2					
[30 ; 40[								
[40 ; 50[							1	1
[50 ; 100[								1
							1	
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	14,44	6ème - 5ème :	15,38	Totale :	14,88		
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	1021,4	6ème - 5ème :	877,15	Totale :	954,43		
Ecart type -1 Score	CM1 :	6,1	6ème :	2,77	5ème :	1,86		
Ecart type -1 Temps	CM1 :	992	6ème :	684,57	5ème :	632,89		
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	8,3	6ème :	3,87	5ème :	2,56		
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	1116,2	6ème :	739,52	5ème :	675,75		

- 8 sujets ne présentent pas de trouble de la précision.
- Seul 1 sujet présente une lecture réussie mais ralentie.

Ce test révèle que 20 sujets sur 28 (71,43%) présentent une lecture des mots réguliers altérée dont 11 sujets (55%) avec un temps de lecture altéré qui nous indique des performances déficitaires.

4.5. Lecture à voix haute des mots irréguliers

Rappelons que les séries LEXORT et LEXLONG permettent de mesurer l'efficacité de la voie d'assemblage grâce à la lecture de pseudo-mots et aux différences observées entre la lecture de mots et celle de pseudo-mots (effet de lexicalité).

La première série des mots irréguliers est issue de la série NIVORT composée de 12 mots irréguliers et fréquents. Le tableau présente les scores de pourcentage d'échec et de temps de latence des mots correctement lus de cette série.

Pour la série NIVORT :

Pourcentage d'erreurs	Intervalles temps (ms)					
	]600 ; 800]		]800 ; 1000]		]1000 ; 1200]	
0	1	1			1	1
8.33	2	2	2	3	1	1
16.67			2	4	1	1
25			1	1	1	1
33.33			2	2	1	1
41.67			1	1	2	2
50			1	1		2
58.33						1
91.67						1
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	28,89	6ème - 5ème :	26,92	Totale :	27,98
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	1208,33	6ème - 5ème :	1021,31	Totale :	1121,5
Ecart type -1 Score	CM1 :	12,96	6ème :	12	5ème :	10,88
Ecart type -1 Temps	CM1 :	1075	6ème :	732,34	5ème :	682,48
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	17,26	6ème :	15,89	5ème :	14,33
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	1221,4	6ème :	797,75	5ème :	738,02

- 8 sujets ne présentent pas de trouble de la précision pour la lecture des mots irréguliers.
- Seuls 2 sujets présentent une lecture précise mais ralentie.

Ce test révèle que 19 sujets sur 28 (67,86%) présentent une précision de lecture des mots irréguliers pathologiquement altérée. Pour le temps de latence des items réussis, 15 sujets (53,57%) subissent une lecture lente.

La deuxième série est issue de la série LEXLONG composée de 10 mots irréguliers courts (premier tableau) et 10 mots irréguliers longs (tableau suivant). Le tableau regroupe le pourcentage d'erreurs et le temps de latence des mots correctement lus de cette série.

Pour la série LEXLONG :

Pourcentage d'erreurs	Intervalles temps (ms)					
	]600 ; 800]		]800 ; 1000]		]1000 ; 1200]	
0						
10			1			
20			1		3 1	4
30			1	1	1	1
40			3 1	4	1	1
50	1	1	1	1	3 1	4
60					1	1
70					1	1
80						
90					1	1
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	43,33	6ème - 5ème :	39,23	Totale :	41,43
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	1186,47	6ème - 5ème :	1072,92	Totale :	1133,75
Ecart type -1 Score	CM1 :	32,78	6ème :	20,53	5ème :	18,18
Ecart type -1 Temps	CM1 :	1253	6ème :	771,81	5ème :	735,99
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	41,51	6ème :	26,18	5ème :	22,93
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	1426,4	6ème :	838,34	5ème :	798,53

Pourcentage d'erreurs	Intervalles temps (ms)					
	]600 ; 800]		]800 ; 1000]		]1000 ; 1200]	
0			1			
10	1	1			2	
20			1	1		
30			1 1	2		
40					1 1	1
50					3 2	5
60			1	1	1 2	3
70			1 1	2	1 1	3
80					1 1	2
90						
100					2	
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	60,67	6ème - 5ème :	42,31	Totale :	52,14
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	1399,71	6ème - 5ème :	1221,33	Totale :	1316,89
Ecart type -1 Score	CM1 :	26,78	6ème :	16,61	5ème :	11,01
Ecart type -1 Temps	CM1 :	1538	6ème :	789,07	5ème :	723,68
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	34,8	6ème :	21,93	5ème :	14,82
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	1815,2	6ème :	865,61	5ème :	782,24

Rappelons que pour les sujets ayant échoué à la lecture de tous les items (100% d'erreurs), les temps de traitement des items réussis ne peuvent pas être calculés. Pour cette série, 2 sujets (7,14%) produisent 100% d'erreurs au score de précision.

La lecture des mots irréguliers longs est plus échouée par notre population que la lecture des mots irréguliers courts, 78,57% pour les mots longs contre 60,71%.

Pour le temps de traitement des mots irréguliers courts, 53,57% présentent une lecture ralentie contre 50% pour les mots irréguliers longs. Tant pour la lecture des mots irréguliers courts que pour celle des mots irréguliers longs, ils sont 10,71% à lire précisément mais avec un temps de latence lent.

Ce test révèle que plus le mot irrégulier à lire est long plus la précision de lecture est altérée. Cependant l'effet de longueur n'influe pas sur le temps de traitement.

4.6. Lecture des pseudo-mots

La première série des pseudo-mots est issue de la série LEXORT qui propose 36 pseudo-mots. Ce tableau présente les scores de pourcentage d'échec et de temps de latence des mots correctement lus de cette série. Les normes pour la lecture de pseudo-mot issus de la série LEXORT sont étalonnées sur du niveau CM1.

Pour la série LEXORT :

Pourcentage d'erreurs	Intervalles temps (ms)					
	]900 ; 1200]		]1200 ; 1500]		]1500 ; 2000]	
[0 ; 20[		2	1	2		
	2		1			
[20 ; 40[	1	4	1	2		
	3		1			
[40 ; 60[	1	1	4	5	4	5
			1		1	
[60 ; 80[	1	1				
[80 ; 100[		1		2	2	2
	1		2			
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	54,26	6ème - 5ème :	41,45	Totale :	48,31
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	1482,73	6ème - 5ème :	1219,5	Totale :	1360,52
Ecart type -1 Score	CM1 :	21,02				
Ecart type -1 Temps	CM1 :	1697				
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	26,17				
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	1993,4				

Ce test révèle que 23 sujets (82,14%) présentent un score de précision de lecture pathologique. Et 8 sujets présentent un temps de traitement pathologique, dont 7 sujets de 6^{ème} - 5^{ème} malgré l'étalonnage de niveau CM1.

La deuxième série est issue de la série LEXLONG composée de 10 pseudo-mots courts et 10 pseudo-mots longs. Les pourcentages d'échec et temps de latence des items précisément lus sont présentés dans le premier tableau pour les pseudo-mots courts et dans le suivant pour les longs.

Pour la série LEXLONG :

Pourcentage d'erreurs	Intervalles temps (ms)					
	]800 ; 1100]		]1100 ; 1400]		]1400 ; 1700]	
0		1	1	2		
	1		1			
10	1	2	2	3	2	2
	1		1			
20	1	2	1	4		1
	1		3			
30			2	2		
40		1	1	2		1
	1		1		1	
50	1	1		1		
			1			
60						
70						1
80						
90					2	2
100						
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	29,33	6ème - 5ème :	26,15	Totale :	27,86
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	1353,93	6ème - 5ème :	1206,77	Totale :	1285,61
Ecart type -1 Score	CM1 :	19,23	6ème :	19,69	5ème :	19,95
Ecart type -1 Temps	CM1 :	1542	6ème :	952,66	5ème :	879,09
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	25,01	6ème :	24,83	5ème :	25,1
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	1778,4	6ème :	1056,82	5ème :	952,1

Pourcentage d'erreurs	Intervalles temps (ms)					
	]1000 ; 1500]		]1500 ; 2000]		]2000 ; 2500]	
0						
10	1	1				
20				1		
			1			
30		1		1		
	1		1			
40						
50	1	3				
	2					
60	2	2				
70	1	1	1	3		
			2			
80			1	1		
90	3	5	1	1	1	2
	2				1	
100				6		
Moyenne Score	CM1 - CM2 :	76,67	6ème - 5ème :	68,46	Totale :	72,86
Moyenne Temps	CM1 - CM2 :	1433,33	6ème - 5ème :	1486,1	Totale :	1457,83
Ecart type -1 Score	CM1 :	36,7	6ème :	35,93	5ème :	35,7
Ecart type -1 Temps	CM1 :	2307	6ème :	1251,464	5ème :	1138
Ecart type -1,6 Score	CM1 :	46,23	6ème :	43,17	5ème :	42,49
Ecart type -1,6 Temps	CM1 :	27426	6ème :	1417,46	5ème :	1264,34

La lecture des pseudo-mots courts est bien moins échouée par notre population que la lecture des pseudo-mots longs, 39,29% pour les pseudo-mots courts contre 82,14% pour les longs. Pour le temps de traitement des pseudo-mots courts, 35,71% présentent une lecture ralentie contre 17,86% pour les pseudo-mots longs. Pour la lecture des pseudo-mots courts, 21,42% de notre population présente des scores de précision de normo-lecteur ou lecteur dit faible mais appuyé sur un temps de latence pathologique. Ils sont 7,14% pour la lecture des pseudo-mots longs.

De plus, pour cette série, 6 sujets (21,43%) produisent 100% d'erreurs au score de précision. Nous pouvons supposer que si les temps de latence de ces sujets étaient proposés le pourcentage de lecture ralentie pour les pseudo-mots longs serait majoré.

IV. Analyse

1. Analyse des données choisies

1.1. Les processus cognitifs phonologiques sous-jacents

Les processus cognitifs phonologiques sous-jacents sont évalués par trois types d'épreuves :

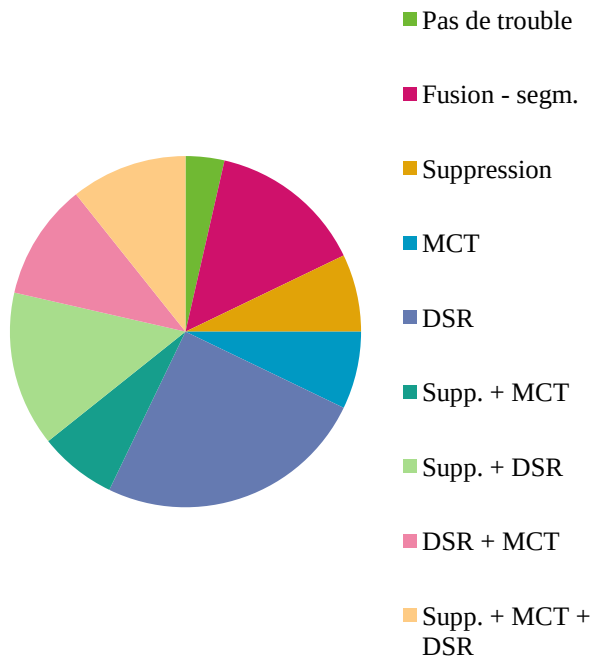
- La manipulation phonémique (fusion et segmentation de phonèmes, suppression syllabique et phonémique)
- La répétition de logatomes (MCT)
- La dénomination sérielle rapide.

Les épreuves de suppression, de répétition de logatomes et de dénomination sérielle rapide sont issues de la batterie EVALEC.

L'épreuve de fusion et de segmentation est échouée pour 85,71% de notre population. Ces résultats, pour une épreuve non-étalonnée, non-corrélés à l'épreuve étalonnée de suppression nous paraissent à relativiser. L'épreuve de suppression est échouée pour 39,29% de notre population (63,64% pour les CCV, 18,18% pour les CVC et CCV, 9,09% pour les syllabes et CVC, 9,09% pour les syllabes et CCV).

Si 17,86% des sujets ne présentent pas de trouble pour les épreuves de suppression, de répétition de logatomes et de DSR (dont 3,57% sans difficulté pour les épreuves de fusion et segmentation), 60,71% produisent un score prégnant d'erreurs pathologique pour l'épreuve de DSR. L'épreuve de suppression est échouée pour 39,29% de notre population et la mémoire à court terme est défaillante pour 35,71%. La prévalence des troubles en DSR en fait une épreuve indispensable pour l'évaluation de la dyslexie.

Répartition des sujets selon les processus phonologiques défaillants



Ce diagramme en secteur présente la répartition des sujets de notre population selon le ou les processus cognitifs phonologiques sous-jacents défaillants (comme l'épreuve de fusion et segmentation est échouée par presque tous, elle n'est relevée qu'en trouble unique).

-7,14% des sujets présentent uniquement des troubles pour l'épreuve de suppression

-7,14% présentent uniquement des troubles de la MCT

-7,14% présentent des troubles uniquement pour l'épreuve de suppression et de la MCT

-10,71% présentent des troubles pour l'épreuve de DSR et de la MCT

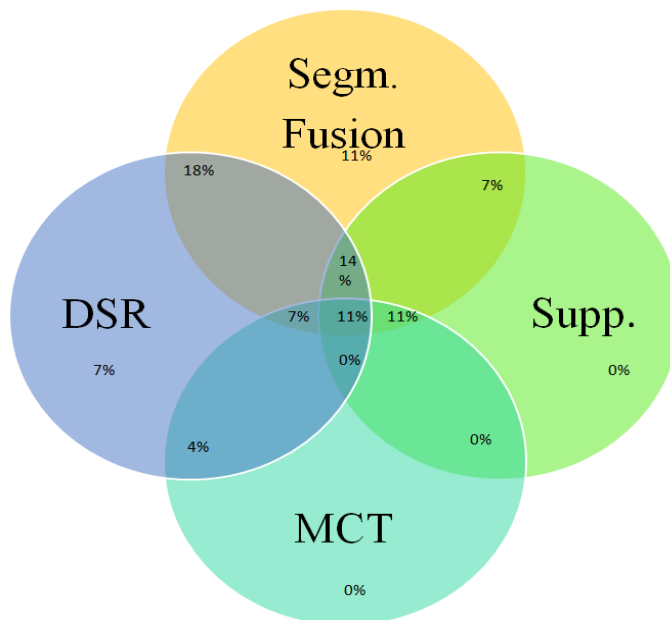
-10,71% présentent des troubles pour les épreuves de suppression, de DSR et de la MCT

-14,29% présentent des troubles pour l'épreuve de segmentation et fusion

-14,29% présentent des troubles pour les épreuves de suppression et de DSR

-25% présentent des troubles pour l'épreuve de la DSR.

Enfin, 3,57% ne présentent pas de trouble.



Ce diagramme de relation de Venn présente les liens entre les différents processus altérés (les résultats obtenus au test de fusion et segmentation sont pris en compte).

-4% de la population présentent des troubles de la MCT et pour l'épreuve la DSR

-7% de la MCT, segm. et fusion

-7% un trouble unique de la DSR

-7% des troubles de la métaphonologie

-7% des troubles de la DSR, MCT, segm. et fusion

-11% de la segm. et fusion

-11% de la suppression, MCT, segm. et fusion

-11% de tous les processus

-14% de la DSR et de la métaphonologie

-18% de la DSR, segm. et fusion.

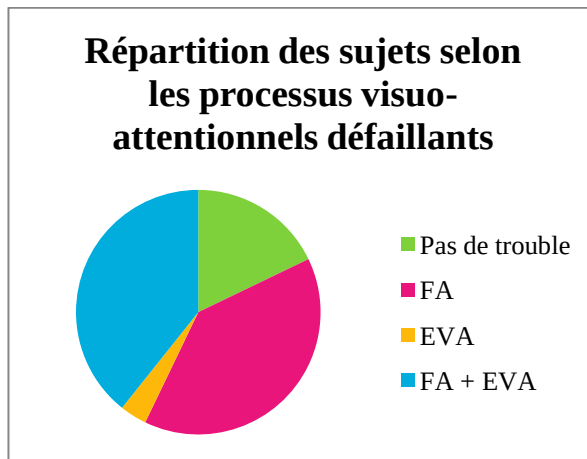
3% ne présentent pas de trouble.

1.2. Processus cognitifs visuo-attentionnels sous-jacents

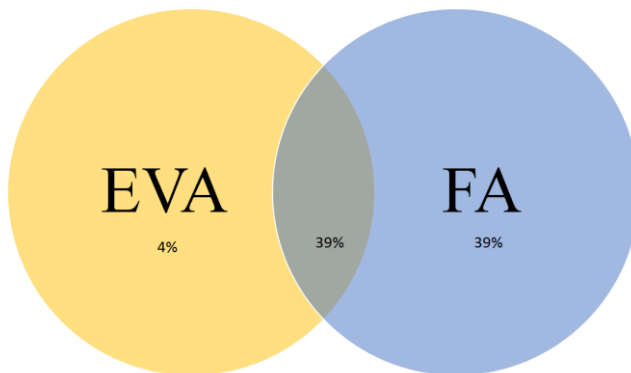
Les processus cognitifs visuo-attentionnels sous-jacents sont estimés par trois types d'épreuves qui évaluent :

- La fenêtre attentionnelle
- L'empan visuo-attentionnel
- L'interférence issue des niveaux local et global.

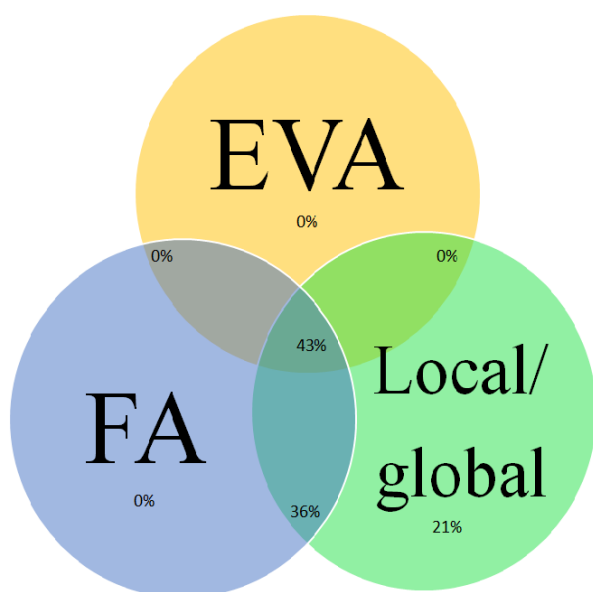
Ces épreuves sont issus des logiciels d'évaluation GERIP, EVADYS et SIGL.



Ce diagramme en secteur présente la répartition des sujets de notre population selon le ou les processus non-efficaces. La prévalence des sujets de notre population présentant un trouble visuo-attentionnel confirme et renforce la nécessité d'évaluer ces processus cognitifs.



Ainsi, 78,57% de notre population présentent une estimation de la fenêtre attentionnelle pathologique et 42,86% un empan visuo-attentionnel pathologique. En détail, 3,57% présentent un trouble isolé de l'empan visuo-attentionnel, 39,29% de la fenêtre attentionnel. 39,29% subissent une réduction de l'empan et de la fenêtre.



Ce diagramme de relation de Venn présente les liens entre les processus visuo-attentionnels sous-jacents uniquement pour les sujets de moins de 11ans, soit 50% de notre population totale. Ainsi, 21% de ces sujets ne subissent que des troubles de l'interférence sur les niveaux local et global, 36% présentent des troubles de l'interférence et une réduction de la fenêtre attentionnelle. Ils sont 43% à présenter l'ensemble des processus défaillants.

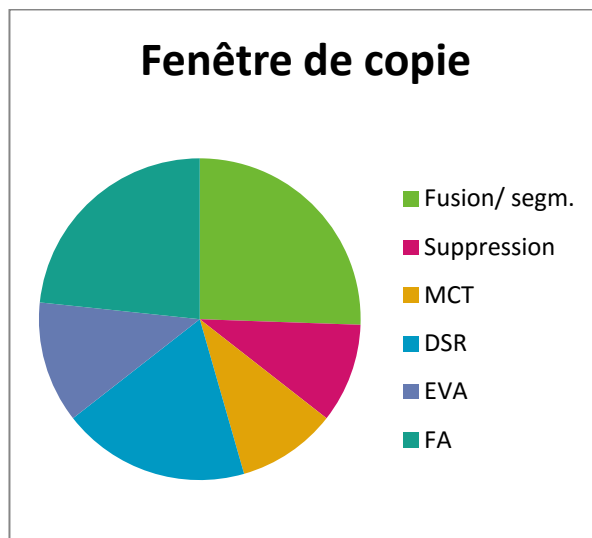
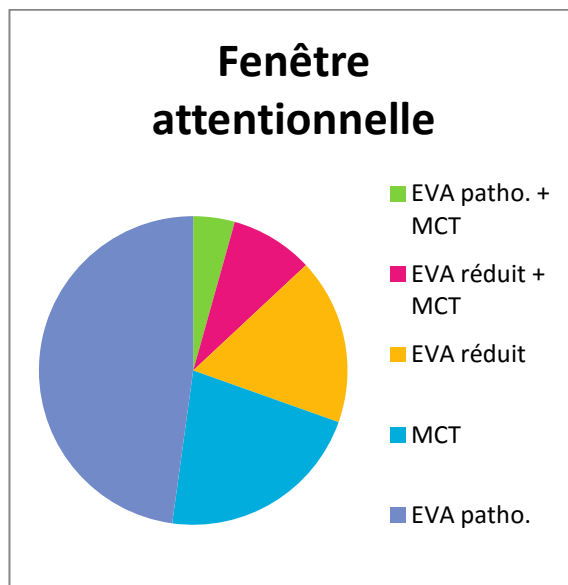
Prénom	Classe	Age	Report global	Report partiel	Trouble de l'EVA	FA	Local TR	Global TR	Local TE	Global TE
G. C	CM1	8,9	x	x	x	x	+	-	-	-
B. H	CM1	8,9	x	x	x	x	+			-
A. O	CM1	9,4	x	x	x	x	-	-		-
R. N	CM1	9,6	x			x	-	+	-	-
G. F	CM1	9,7	x	x	x	x	-	+		+
S. D	CM1	9,9	x	x	x	x	+	-	-	-
A. I	CM2	9,3	x				-	-		+
H. A	CM2	10,1		x		x	-	+		-
L. J	CM2	10,3	x			x	+		-	-
D. M	CM2	10,4					-		-	-
E. G	CM2	10,6				x	-	-	-	-
A. B	CM2	10,8					-	+		-
M. E	CM2	10,8				x		+	-	-
J. K	CM2	10,9		x	x	x		-		-

Ce tableau présente le détail des processus cognitifs visuo-attentionnels sous-jacents uniquement pour les sujets de moins de 11ans. Pour les quatre dernières colonnes (résultats obtenus au test SIGL), les « + » correspondent aux sujets anormalement perturbés par l'interférence d'un niveau sur l'autre et les « - » correspondent aux sujets pas assez sensibles à l'interférence issue de l'autre niveau.

Le test SIGL révèle que le traitement des niveaux local et global est un marqueur significatif de la dyslexie.

Une épreuve de copie « La baleine paresseuse » est également proposée. Toutefois, cette épreuve révèle une fenêtre de copie pathologique pour 96,43% de notre population.

1.3. Liens entre processus cognitifs phonologiques et visuo-attentionnels sous-jacents



L'empan visuo-attentionnel est dénommé réduit lorsque le score est pathologique en report global ou partiel mais où l'empan visuo-attentionnel composite est non-pathologique.

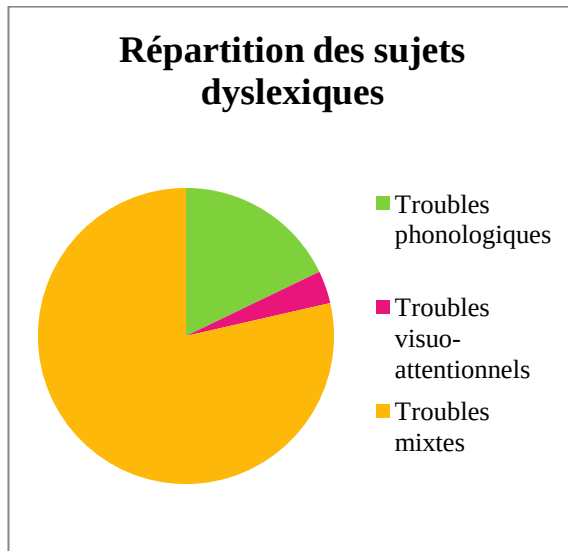
Parmi les 22 sujets présentant une réduction de la fenêtre attentionnelle, 36,36% des sujets présentent une réduction de l'empan mnésique et 77,27% des sujets présentent un empan visuo-attentionnel considéré comme faible ou pathologique.

En détail, 9,09% de cet échantillon présente un trouble unique de la MCT, 13,64% souffrent de défaillances uniquement phonologiques, 22,73% présentent une réduction uniquement de l'EVA et 54,55% présentent un trouble mixte des processus.

L'épreuve de copie est celle qui révèle les résultats les plus altérés pour notre population. 64,44% des sujets présentent des troubles phonologiques (33,33% pour l'épreuve de suppression, 33,33% pour l'épreuve mnésique, 62,96% pour l'épreuve de DSR et 85,12% pour l'épreuve de fusion et segm.), et 35,56% des sujets présentent des troubles visuo-attentionnels (40,74% présentent une réduction de l'EVA et 77,78% de la FA).

La précision de répartition n'est pas proposée car les sujets qui présentent une réduction massive de leur fenêtre de copie recoupent 96,43% de notre population.

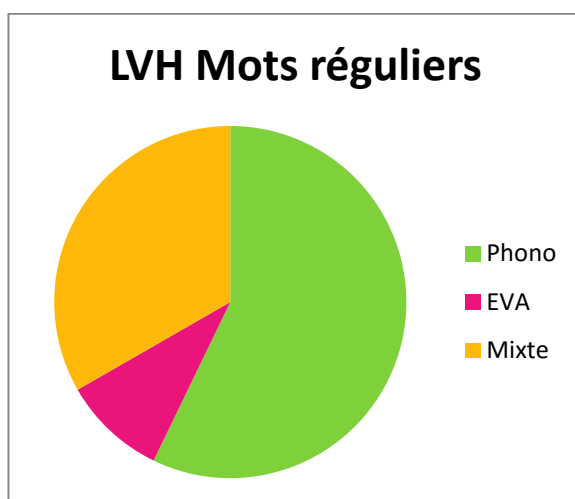
1.4. Répartition des sujets selon les troubles cognitifs phonologiques et visuo-attentionnels sous-jacents



La proportion de sujets dyslexiques présentant un trouble visuo-attentionnel n'est pas du tout négligeable puisqu'elle semble presque aussi élevée que la proportion d'enfants démontrant un trouble phonologique. Seuls 3,57% de notre population présente une dyslexie corrélée à des troubles uniques visuo-attentionnels et 17,86% à des défaillances uniquement phonologiques. 78,57% de notre population associe des troubles cognitifs phonologiques et visuo-attentionnels sous-jacents.

1.5. Trouble de la précision de la lecture à voix haute des mots réguliers

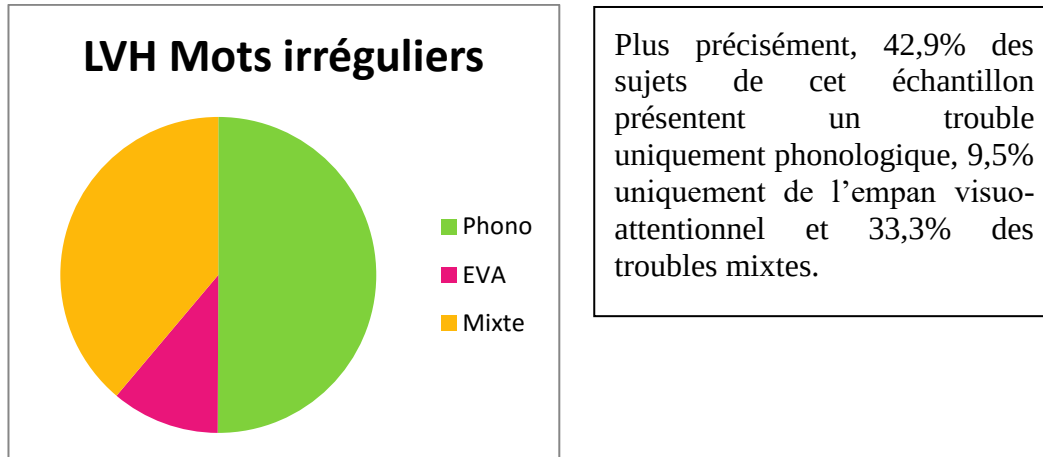
Nos tests ont révélé que 82% de nos sujets présentent un score de précision pathologique pour la lecture à voix haute des mots réguliers.



Plus précisément, 52,2% des sujets de cet échantillon présentent uniquement un trouble phonologique (EVALEC), 8,7% un trouble uniquement de l'empan visuo-attentionnel (EVADYS) et 30,4% des troubles mixtes.

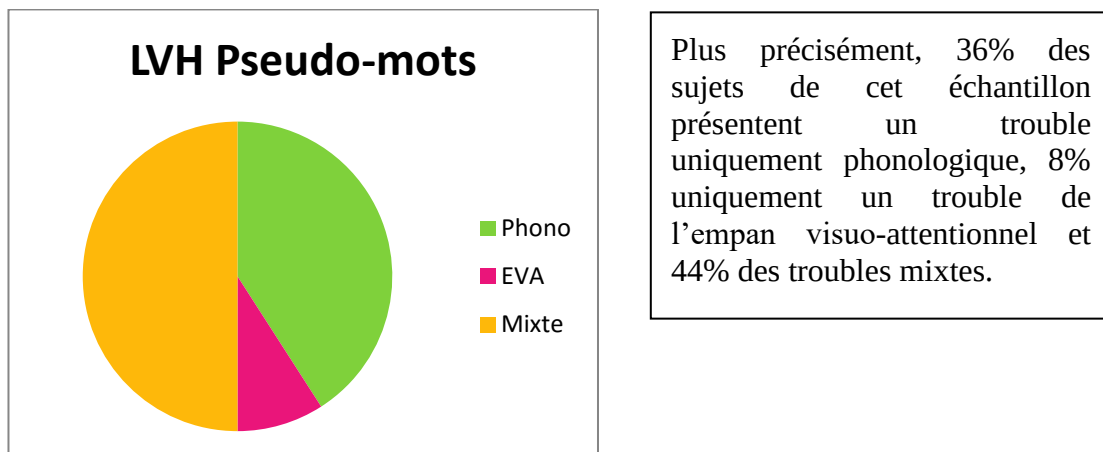
1.6. Trouble de la précision de la lecture à voix haute des mots irréguliers

Nos tests ont révélé que 75% de nos sujets présentent un score de précision pathologique pour la lecture à voix haute des mots irréguliers.



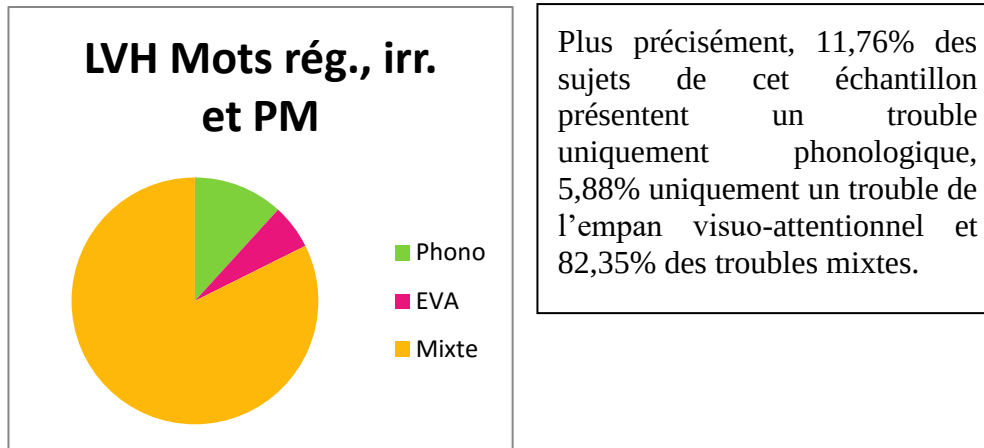
1.7. Trouble de la précision de la lecture à voix haute des pseudo-mots

Nos tests ont révélé que 89% de nos sujets présentent un score de précision pathologique pour la lecture à voix haute des pseudo-mots.



1.8. Troubles de la précision de la lecture à voix haute des mots réguliers, irréguliers et des pseudo-mots

Nos tests ont révélé que 67,8% de nos sujets présentent un score de précision pathologique pour la lecture à voix haute des pseudo-mots.

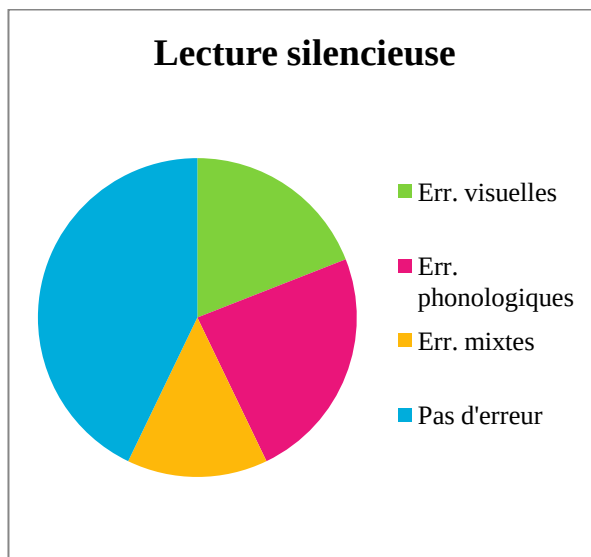


1.9. Lien entre trouble phonologique et troubles comportementaux de la lecture

1.9.1. Tous troubles phonologiques confondus

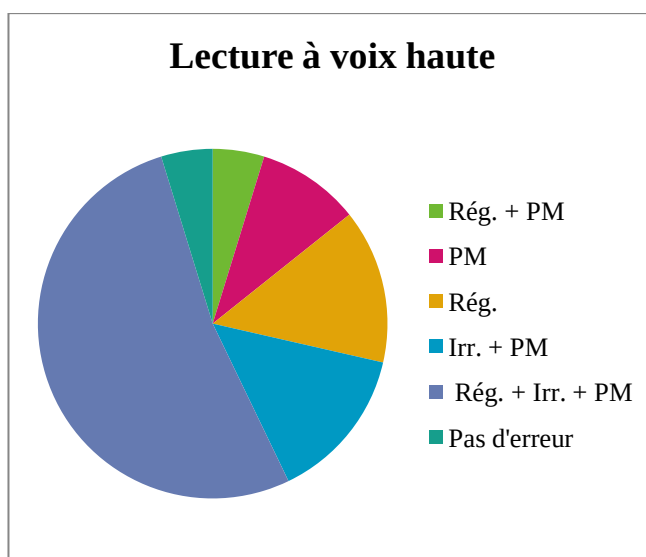
Nos tests ont révélé que 21 sujets sur 28 présentent des troubles phonologiques (sans prendre en compte les résultats obtenus à l'épreuve de fusion et segmentation).

Parmi cet échantillon, 12 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour le choix orthographique.



19,05% des sujets produisent des erreurs uniquement visuelles, 23,81% des erreurs uniquement phonologiques et 14,29% des erreurs mixtes. 42,86% ne produisent pas d'erreur.

Parmi cet échantillon, 20 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour la précision de la lecture à voix haute.

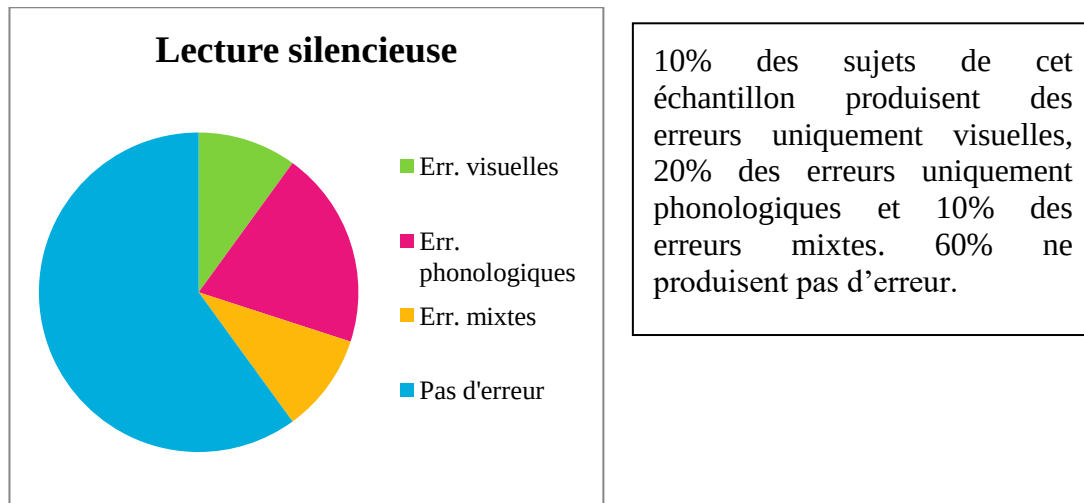


4,76% des sujets de cet échantillon présentent un score de précision pathologique pour la lecture des mots réguliers et des pseudo-mots, 9,62% pour les pseudo-mots, 14,29% pour les mots réguliers, 14,29% pour les mots irréguliers et les pseudo-mots et 52,38% pour les mots réguliers, irréguliers et pseudo-mots. 4,76% ne présentent pas un score d'erreurs pathologique.

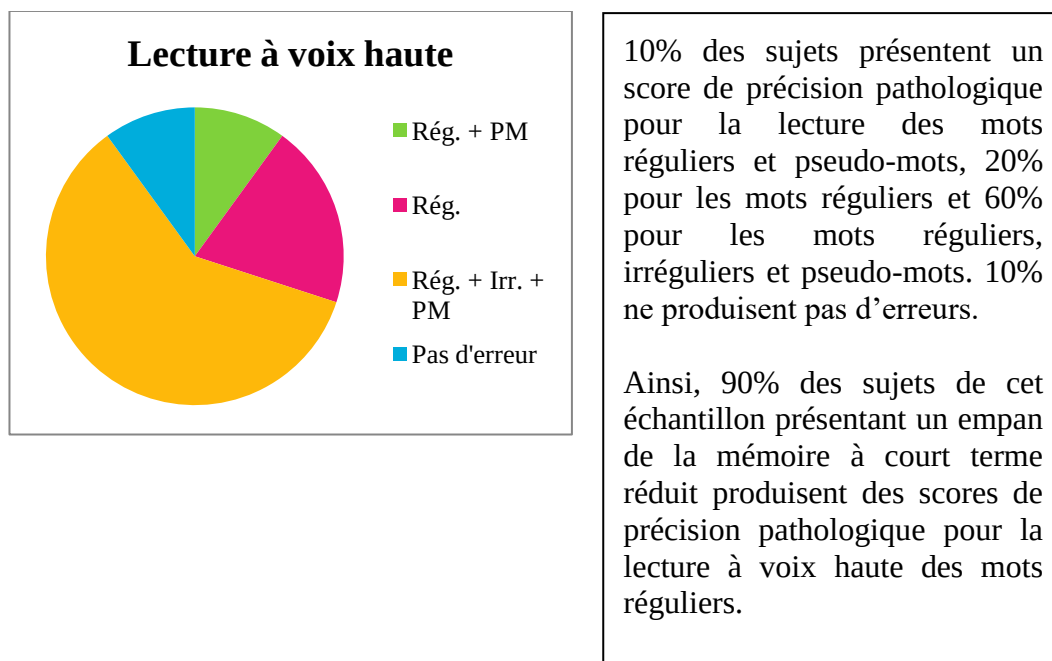
1.9.2. Trouble de la mémoire à court terme

Nos tests ont révélé que 10 sujets sur 28 présentent un trouble de la mémoire à court terme.

Parmi cet échantillon, 4 de ces sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour le choix orthographique.



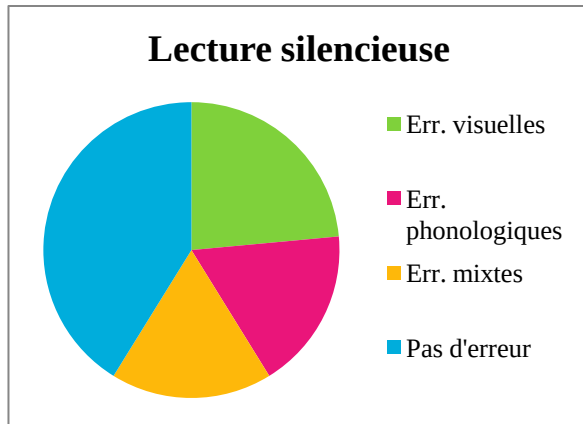
Parmi cet échantillon, 9 de ces sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour la précision de la lecture à voix haute.



1.9.3. Troubles de la dénomination sérielle rapide

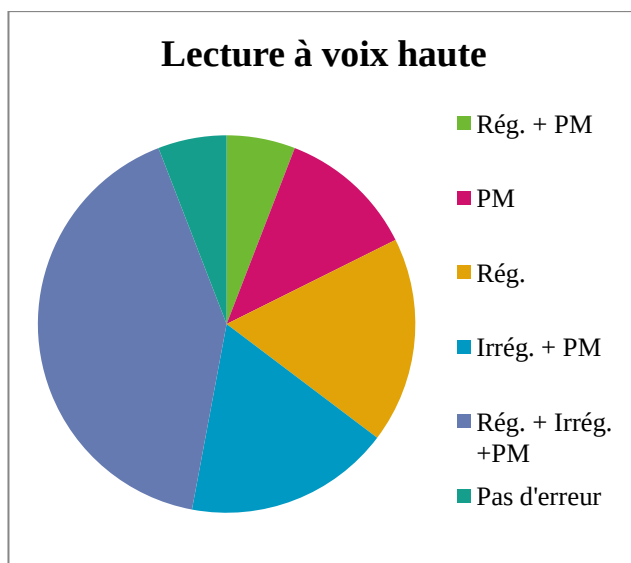
Nos tests ont révélé que 17 sujets sur 28 présentent un trouble de la DSR.

Parmi cet échantillon, 10 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour le choix orthographique.



23,53% des sujets de cet échantillon produisent des erreurs uniquement visuelles, 17,65% des erreurs uniquement phonologiques et 17,65% des erreurs mixtes. 41,18% ne produisent pas d'erreurs.

Alors que nous nous attendrions à une production d'erreurs majoritairement phonologiques, la production d'erreurs visuelles est prépondérante.



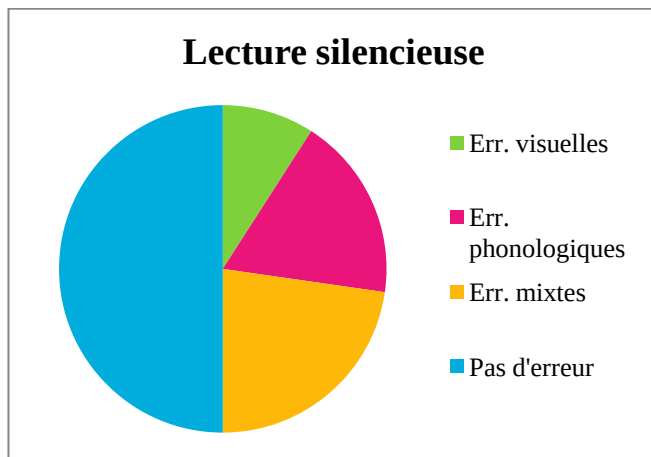
5,89% des sujets de cet échantillon présentent un score de précision pathologique pour la lecture des mots réguliers et des pseudo-mots, 11,76% pour les pseudo-mots, 17,65% pour les mots réguliers, 17,65% pour les mots irréguliers et les pseudo-mots et 41,18% pour les mots réguliers, irréguliers et pseudo-mots. 5,88% ne produisent pas d'erreurs.

1.10. Lien entre trouble visuo-attentionnel et troubles comportementaux de la lecture

1.10.1. Tous troubles visuo-attentionnels confondus

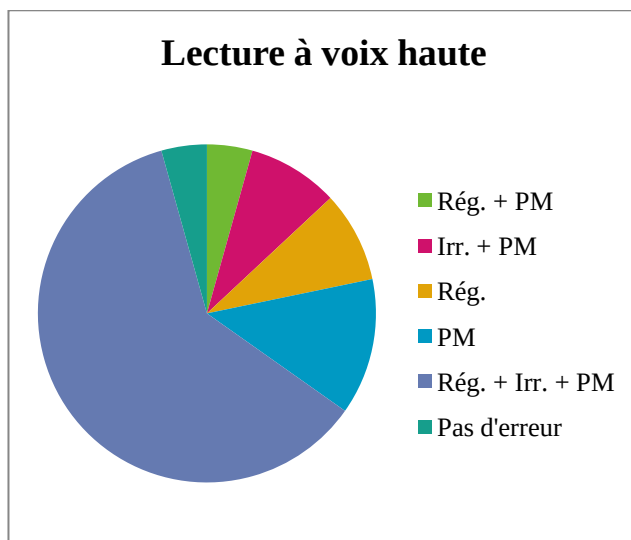
Nos tests ont révélé que 23 sujets sur 28 présentent des troubles visuo-attentionnels.

Parmi cet échantillon, 12 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour le choix orthographique.



8,70% des sujets produisent des erreurs uniquement visuelles, 17,39% des erreurs uniquement phonologiques et 21,74% des erreurs mixtes. 47,82% ne produisent pas d'erreur.

Parmi cet échantillon, 22 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour la précision de la lecture à voix haute.

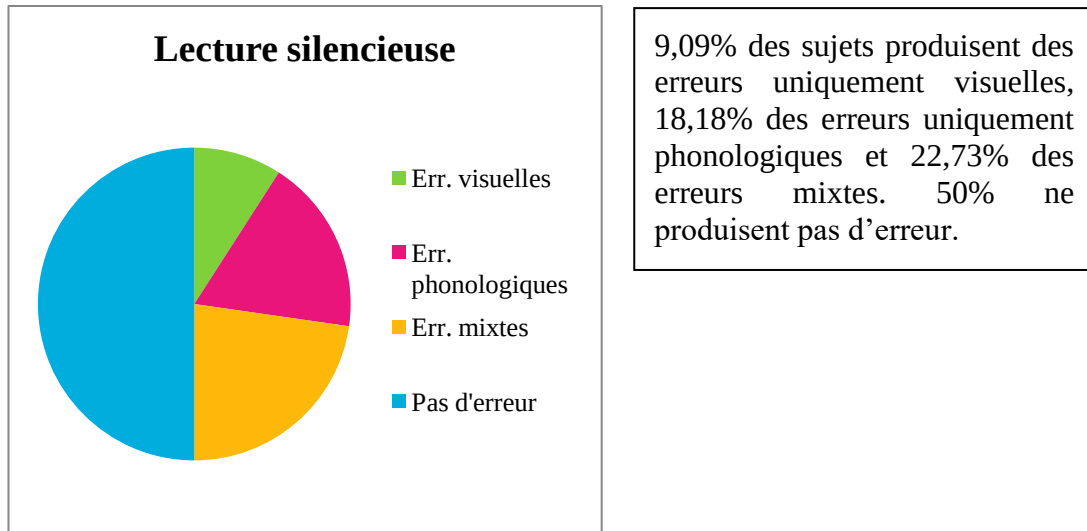


4,35% des sujets de cet échantillon présentent un score de précision pathologique pour la lecture des mots réguliers et des pseudo-mots, 8,70% pour les mots irréguliers et les pseudo-mots, 8,70% pour les mots réguliers, 13,04% pour les pseudo-mots et 60,87% pour les mots réguliers, irréguliers et pseudo-mots. 4,35% ne présentent pas un score d'erreurs pathologique.

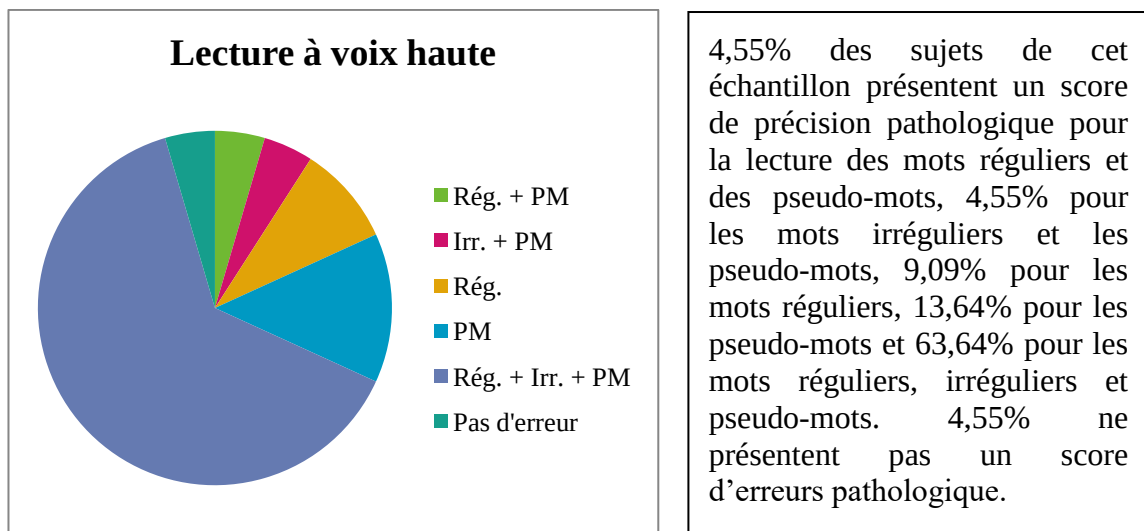
1.10.2. Trouble de la fenêtre attentionnelle

Nos tests ont révélé que 22 sujets sur 28 présentent un trouble de la fenêtre attentionnelle.

Parmi cet échantillon, 11 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour le choix orthographique.



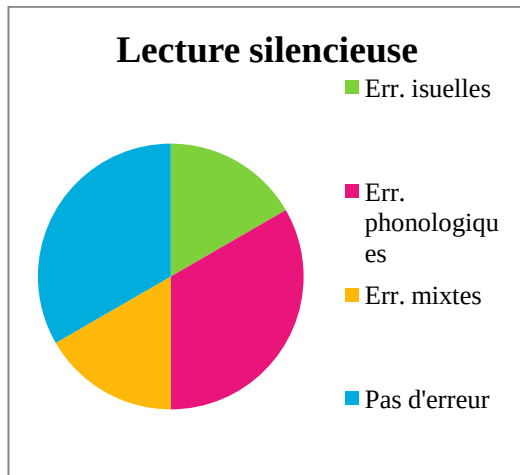
Parmi cet échantillon, 21 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour la précision de la lecture à voix haute.



1.10.3. Trouble de l'empan visuo-attentionnel

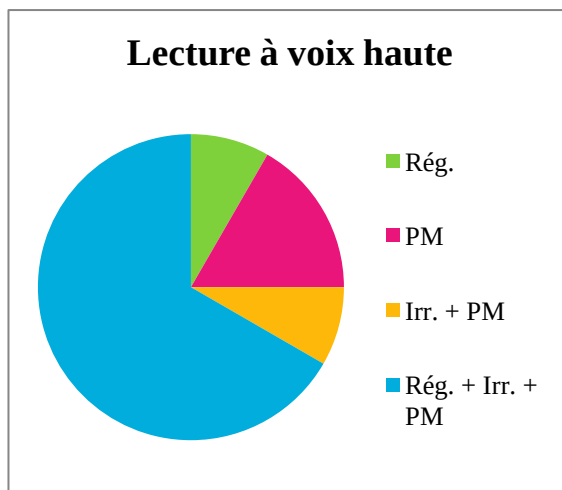
Nos tests ont révélé que 12 sujets sur 28 présentent un trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Parmi cet échantillon, 8 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour le choix orthographique.



16,67% des sujets produisent des erreurs uniquement visuelles, 33,33% des erreurs uniquement phonologiques et 16,67% des erreurs mixtes. 33,33% ne produisent pas d'erreur.

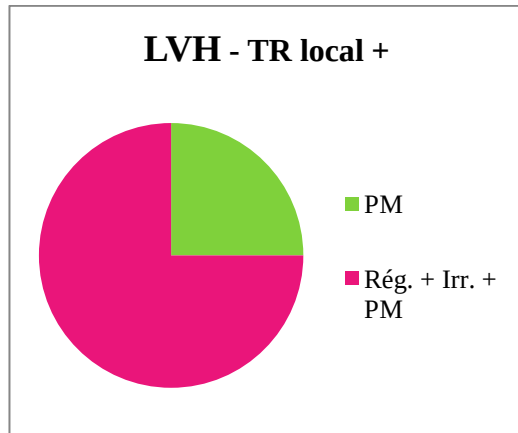
Parmi cet échantillon, 12 sujets subissent un score d'erreurs pathologique pour la précision de la lecture à voix haute.



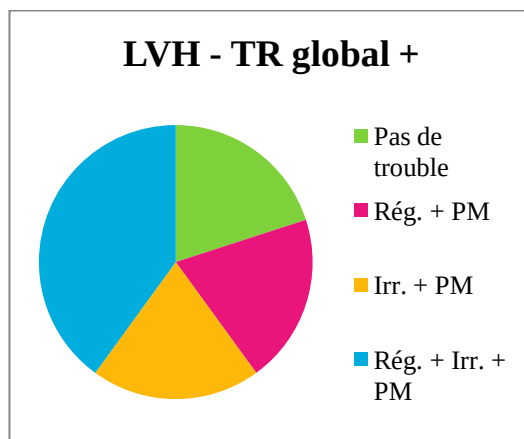
8,33% des sujets de cet échantillon présentent un score pathologique pour la lecture des mots réguliers, 16,67% pour les pseudo-mots, 8,33% pour les mots irréguliers et les pseudo-mots et 66,67% pour les mots réguliers, irréguliers et pseudo-mots.

1.10.4. Trouble du traitement des niveaux local et global

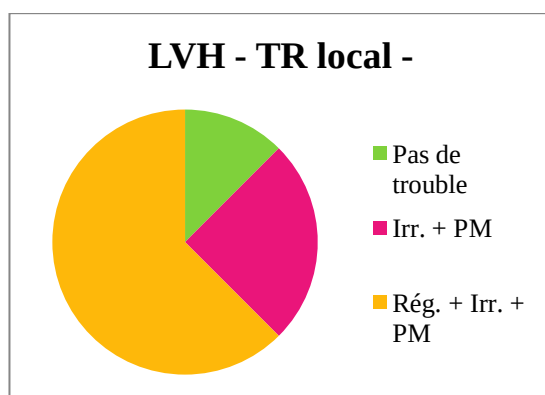
Pour les sujets âgés de moins 11ans, la totalité de l'échantillon présente un trouble de l'interférence d'un niveau sur l'autre.



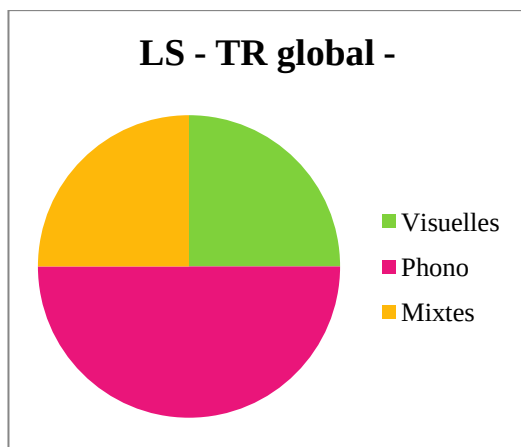
28,57% des sujets de l'échantillon présentent un temps de réponse anormalement ralenti pour l'interférence issue du niveau local sur le niveau global. Pour la lecture silencieuse, 25% produisent des erreurs phonologiques et 25% des erreurs mixtes. Pour la lecture à voix haute, les ¾ présentent un score de précision de lecture pathologique sur les trois types d'items. Notons que le sujet qui échoue seulement pour la lecture des PM présente un score d'erreur normal quand à l'interférence issue du niveau local. Les autres sujets présentent un score d'erreurs qui estime un défaut de sensibilité de l'interférence.



35,71% des sujets de l'échantillon présentent un temps de réponse anormalement ralenti pour l'interférence issue du niveau global sur le niveau local. Pour la lecture silencieuse, 100% produisent des erreurs mixtes. Pour la lecture à voix haute, 20% présentent un score de précision pathologique pour la lecture des réguliers et des pseudo-mots, 20% pour celle des irréguliers et des pseudo-mots et 40% sur les trois types d'items. 20% ne présente pas de trouble de la précision. 20% des sujets présentent un score d'erreurs qui justifie une perturbation anormale par l'organisation globale de la scène visuelle. Au contraire, 80% des sujets présentent un score d'erreurs qui estime un défaut de sensibilité à l'organisation globale de la scène.



57,14% des sujets de l'échantillon présentent un temps de réponse pas assez ralenti par l'interférence issue du niveau local sur le niveau global. Pour la lecture silencieuse, 87,50% produisent des erreurs des erreurs mixtes. Pour la lecture à voix haute, 25% présentent un score de précision pathologique pour la lecture des mots irréguliers et des PM. Ces 25% présentent un impact de l'interférence sur la précision du traitement normal. Pour la LVH, 62,50% présentent une défaillance de précision pour les trois types d'items. 12,5% ne présente pas de trouble de la précision de la LVH et pas de score d'erreurs pathologique pour l'impact de l'interférence. 37,5% des sujets présentent un score d'erreurs qui estime un manque de perturbation par l'interférence issue du local.



42,86% des sujets de l'échantillon présentent un temps de réponse pas assez ralenti pour l'interférence issue du niveau global sur le niveau local. Pour la lecture silencieuse, 16,67% produisent des erreurs visuelles, 33,33% des erreurs phonologiques et 16,67% des erreurs mixtes. Pour la lecture à voix haute, 100% présentent un score de précision pathologique pour la lecture des trois types d'items. 20% ne présente pas de trouble de la précision. Seuls 16,67% des sujets présentent un score d'erreurs qui justifie une perturbation anormale par l'organisation globale de la scène visuelle, seuls sujets qui ne produisent pas d'erreur en lecture silencieuse. Au contraire, 83,33% des sujets présentent un score d'erreurs qui estime un défaut de sensibilité à l'organisation globale de la scène.

2. Analyse des liens

2.1. Les troubles phonologiques

Ils concernent 96,4% de notre population et l'analyse des résultats aux différentes épreuves met en évidence les prévalences suivantes :

- 85,7% présentent un trouble de la fusion et/ou de la segmentation phonémique.
- 60,7% présentent un trouble de la dénomination sérielle rapide.
- 39,3% présentent un trouble de l'analyse phonologique dont 35,7% en suppression phonémique sur les clusters consonantiques.
- 35,7% en mémoire à court terme phonologique (répétition de logatomes).

Rappelons que l'épreuve de fusion et de segmentation phonémique ne bénéficie pas, à ce jour, d'un étalonnage scientifiquement validé. Les normes citées ont été établies sur une population contrôle comprenant 30 sujets par tranche d'âge. Il est cependant intéressant de constater que 28% des enfants présentant un trouble à cette épreuve n'ont pas de difficultés à l'épreuve de suppression syllabique et phonémique de l'EVALEC mais présentent un score pathologique aux épreuves de MCT et DSR. Autre constatation, les enfants n'ayant pas de difficultés dans les épreuves de fusion et de segmentation ont des scores non pathologiques aux épreuves de manipulations phonologiques de l'EVALEC mais présentent un déficit de la MCT et de la DSR.

L'analyse des résultats montre également que :

- Aucun sujet ne présente de trouble de la MCT et de la suppression syllabique et/ou phonémique de manière isolée et qu'ils sont toujours associés à un déficit de la DSR ou de la fusion/segmentation.
- 11% des sujets présentent un trouble isolé de la fusion/segmentation.
- 7% des sujets présentent un trouble isolé de la DSR.

Notre population présente donc une grande hétérogénéité des troubles phonologiques aboutissant à des « profils phonologiques » très variables d'un sujet à l'autre.

L'intérêt de l'évaluation de ces différents processus phonologiques est donc de permettre d'établir des axes de remédiation différents pour chaque type de profil.

2.2. Les troubles visuo-attentionnels

- 100% des sujets âgés entre 9 et 11 ans présentent un trouble de l'interférence issue des niveaux local et global, à l'épreuve de SIGL.
- 78,6% de la population totale présentent un trouble de la fenêtre attentionnelle (GERIP).
- 42,9% présentent un trouble de l'empan visuo-attentionnel (EVADYS).

Parmi les enfants testés avec Sigl, 100% des sujets manifestent un trouble du traitement spontané de l'aspect global en TE (pourcentage d'erreurs) et/ou en TR (temps de réponses) et 92% des enfants ont un déficit de l'inhibition des détails en TE et/ou en TR.

Parmi les enfants présentant un trouble de la fenêtre attentionnelle, évaluant un empan de ronds de couleur, 39,3% manifestent également un trouble de l'empan visuo-attentionnel au test EVADYS, évaluant un empan de lettres. Rappelons que l'épreuve évaluant la fenêtre attentionnelle ne bénéficie pas d'un étalonnage scientifiquement validé. Les normes citées ont été établies sur une population contrôle comprenant 30 sujets par tranche d'âge.

Parmi les enfants présentant un déficit de l'empan visuo-attentionnel au test EVADYS, 75% ont un déficit mixte du report partiel et du report global, 41,6% ont un déficit du report global uniquement et 33,3% ont un déficit du report partiel uniquement.

96,4% des sujets testés ont un déficit de la fenêtre de copie.

En analysant les résultats aux trois tests GERIP, EVADYS et SIGL, on constate que 43% des enfants présentent un déficit aux trois épreuves, ce qui confirme la nécessité d'effectuer les trois évaluations, afin d'orienter les axes thérapeutiques. On peut alors se demander si l'amélioration du traitement de l'aspect global et du déficit d'inhibition des détails, induira une normalisation de l'empan visuo-attentionnel.

2.3. Liens entre les troubles phonologiques et visuo-attentionnels

Nous constatons que :

- 100% des enfants testés avec SIGL, présentent un « double déficit » phonologique et visuo-attentionnel des interférences local/global.

- 78,6% de la population présentent un « double déficit » phonologique et de l’empan visuo-attentionnel aux épreuves du test EVADYS.
- 17,9% présentent un trouble phonologique sans trouble de l’empan visuo-attentionnel.
- 3,6% présentent un trouble de l’empan visuo-attentionnel sans trouble phonologique.

Les combinaisons d’associations possibles entre les troubles phonologiques et les troubles visuo-attentionnels sont très nombreuses et aboutissent à des profils cognitifs variables individuellement. La nécessité d’évaluer tous les processus apparaît donc évidente puisqu’elle conditionnera des axes thérapeutiques différents pour chaque sujet.

2.4. Liens entre les procédures de lecture et les troubles associés

Parmi 89% des enfants ayant un déficit en **lecture de pseudo-mots**, en précision et/ou en temps :

- 36% ont un trouble phonologique à EVALEC sans trouble de l’empan visuo-attentionnel.
- 8% ont un trouble visuo-attentionnel à EVADYS sans trouble phonologique à l’EVALEC.
- 44% ont un « double déficit » (EVALEC et EVADYS)
- Tous les enfants entre 9 et 11 ans ont un « double déficit » (EVALEC et SICL)

Parmi 75% des enfants ayant un déficit en **lecture de mots irréguliers**, en précision et/ou en temps :

- 42,9% ont un trouble phonologique à l’EVALEC, sans trouble de l’empan visuo-attentionnel.
- 9,5% ont un trouble visuo-attentionnel à EVADYS, sans trouble phonologique à l’EVALEC.
- 33,3% ont un « double déficit » (EVALEC et EVADYS).
- Tous les enfants entre 9 et 11 ans ont un « double déficit » (EVALEC et SIGL).

Parmi 82% des enfants ayant un déficit en **lecture de mots réguliers**, en précision et/ou en temps :

- 52,2% ont un trouble phonologique à l’EVALEC, sans trouble de l’empan visuo-attentionnel.
- 8,7% ont un trouble visuo-attentionnel à EVADYS, sans trouble phonologique à l’EVALEC.
- 30,4% ont un « double déficit » (EVALEC et EVADYS)
- Tous les enfants entre 9 et 11 ont un « double déficit » (EVALEC et SIGL)

Parmi 67,8 % présentant un déficit de l'identification en précision et en temps, à la fois en **lecture de mots réguliers, de mots irréguliers et de pseudo-mots** :

- 11,76 % ont un trouble phonologique à l'EVALEC, sans trouble de l'empan visuo-attentionnel.
- 5,88 % ont un trouble visuo-attentionnel à l'EVADYS sans trouble phonologique à l'EVALEC.
- 82,35 % ont un « double déficit » (EVALEC et EVADYS)
- Tous les enfants entre 9 et 11 ans ont un « double déficit » (EVALEC et SIGL).

La majorité de notre population d'enfants dyslexiques présentent donc un déficit, à la fois, de la lecture des mots réguliers, des mots irréguliers et des pseudo-mots et manifestent un « double déficit » phonologique et visuo-attentionnel.

Parmi eux, 5 enfants ont un déficit en report global, 4 enfants ont un déficit en report partiel et 4 enfants n'ont pas de déficit de l'empan visuo-attentionnel au test EVADYS.

Tous les enfants testés avec SIGL ont un déficit de focalisation attentionnelle, altérant les interférences entre le niveau global et le niveau local.

Cependant, ils n'ont pas tous le même profil. Certains ne sont pas assez perturbés par l'interférence issue du local (erreurs d'identification de lettres ou élisions) et d'autres ne sont pas assez sensibles au global (inversions de lettres), sur les temps de réponses (TR) et/ou sur les taux d'erreurs (TE). Les sujets n'arrivant pas à inhiber le local, ont des difficultés à accorder de l'importance à l'emplacement relatif des lettres à cause de l'attraction démesurée par leur identité et ont donc une représentation orthographique imprécise, perturbant leur voie d'adressage, donc la lecture de mots irréguliers. Ils ont un profil de « dyslexie de surface » (inversions de graphèmes). Le profil inverse sera un traitement global avec un profil de « dyslexie phonologique » (confusions de graphèmes), évalués avec la lecture de pseudo-mots. En effet, l'identification d'un mot nécessite d'articuler souplement ces deux modes d'analyse pour permettre l'identification des lettres (local) sans empêcher le codage de leur position relative (global) (Bedoin, 2005).

Chapitre IV

DISCUSSION

I. Rappel des objectifs

L'humble objectif de ce travail est d'évaluer simultanément les marqueurs cognitifs, actuellement cités dans la littérature scientifique, au sein d'une population de sujets dyslexiques, en proposant différentes épreuves pour tester chaque type de compétences : phonologiques et visuo-attentionnelles.

Les troubles phonologiques sont évalués par :

- des épreuves de manipulation phonémique, présentant l'intérêt de proposer des tâches de fusion et de segmentation de mots et de pseudo-mots de 7 phonèmes.
- des épreuves de suppression syllabique et de suppression phonémique type CVC et CCV, issues de l'EVALEC.
- une évaluation de la mémoire à court terme (répétition de logatomes), issue de l'EVALEC.
- une évaluation de la dénomination rapide automatisée (DSR) pour tester l'accès à la représentation phonologique du mot, issue de l'EVALEC.

Les troubles visuo-attentionnels sont testés par:

- une épreuve de report global et partiel, évaluant l'empan visuo-attentionnel, issue d'EVADYS.
- une épreuve évaluant la fenêtre attentionnelle, présentant l'intérêt d'évaluer l'empan sur du matériel non linguistique, issue de GERIP.
- une épreuve permettant de mesurer les interférences issues du niveau global sur le niveau local à travers l'analyse de stimuli hiérarchisés ou inversement, issue de SIGL.
- le test de « La baleine paresseuse » afin d'obtenir une estimation de la fenêtre de copie.

Enfin, les troubles comportementaux de la lecture sont objectivés par:

- une épreuve de lecture à voix haute d'un texte afin d'évaluer l'identification des mots écrits en précision et en temps, avec l'obtention d'un âge lexique (L'Alouette).
- une épreuve de lecture silencieuse évaluant la décision lexicale, issue de l'EVALEC.
- des épreuves de lecture de mots réguliers, de mots irréguliers et de pseudo-mots, issues de l'EVALEC.

Notre approche est d'apporter des éléments de réflexion quant à l'intérêt d'évaluer à la fois les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles des patients suivis pour un trouble d'apprentissage du langage écrit afin de cibler les conduites remédiatives.

II. Validation des hypothèses

○ Hypothèse 1 :

Tous les enfants dyslexiques de notre population (CM1, CM2, 6ème, 5ème) présentent des performances altérées par rapport aux enfants de même âge chronologique aux épreuves phonologiques et/ou visuo-attentionnelles.

Les résultats aux différentes épreuves étalonnées montrent un déficit aux épreuves phonologiques et/ou visuo-attentionnelles.

- Pour les épreuves phonologiques :

39,29% des sujets présentent une altération de l'analyse phonologique dont 35,7% un déficit de l'analyse phonémique (EVALEC).

35,71% présentent une altération de la mémoire phonologique à court terme (EVALEC).

82,14% présentent une altération de la dénomination sérielle rapide (EVALEC).

- Pour les épreuves visuo-attentionnelles :

42,86% des sujets présentent une réduction de l'empan visuo-attentionnel (EVADYS).

60,71% présentent un trouble de l'EVA en report global (EVADYS).

46,43% présentent un trouble de l'EVA en report partiel (EVADYS).

100% des enfants CM1, CM2 présentent un trouble de l'interférence sur les niveaux local et global (SIGL) ; les résultats des enfants scolarisés en 6^{ème} et 5^{ème} n'ont pas pu être interprétés, le test étant étalonné jusqu'à 11 ans.

96,43% présentent une réduction de la fenêtre de copie (La baleine paresseuse).

Notre première hypothèse est donc validée puisque tous les enfants de notre population présentent un trouble phonologique et/ou un trouble visuo-attentionnel.

○ Hypothèse 2 :

Du fait d'une évaluation commune des compétences phonologiques et visuo-attentionnelles, il est attendu un pourcentage plus important d'enfants présentant un « double déficit ».

Les épreuves évaluant les compétences cognitives sous-jacentes ont révélé que :

100% des enfants testés avec SIGL, présentent un « double déficit » phonologique et visuo-attentionnel des interférences local/global,

78,6% de la population présentent un « double déficit » phonologique et de l'empan visuo-attentionnel aux épreuves du test EVADYS,

17,9% présentent un trouble phonologique sans trouble de l'empan visuo-attentionnel,

3,6% présentent un trouble de l'empan visuo-attentionnel sans trouble phonologique.

La majorité de notre population présentant « un double déficit », notre deuxième hypothèse est donc validée.

○ **Hypothèse 3 :**

La présence d'un « double déficit » devrait entraîner des troubles d'identification plus importants.

67,8% de la population présentent un déficit de l'identification en précision et en temps, à la fois en lecture de mots réguliers, de mots irréguliers et de pseudo-mots.

Parmi ces sujets, 82,35% manifestent un « double déficit », 11,76% ont un trouble phonologique isolé, et 5,88% ont un trouble visuo-attentionnel isolé.

Le « double déficit » est donc en lien causal avec des difficultés d'identification plus marquées, se traduisant par des scores pathologiques à la fois en lecture de mots réguliers, de mots irréguliers et de pseudo-mots, validant notre 3^{ème} hypothèse.

○ **Hypothèse 4 :**

La taxonomie des troubles dyslexiques doit se fonder sur l'origine cognitive du trouble et non sur les procédures de lecture pour orienter la prise en charge.

Parmi 89,6% des sujets présentant un déficit de la voie d'assemblage objectivée par un score pathologique en lecture de pseudo-mots :

- 35,13% ont un « double déficit », à l'EVALEC et à l'EVADYS,
- tous les enfants de CM1 - CM2 ont un déficit au test SIGL.

Parmi les 75% de sujets présentant un déficit de la voie d'adressage objectivée par un score pathologique en lecture de mots irréguliers :

- 36,84% ont un « double déficit », à l'EVALEC et à l'EVADYS
- tous les enfants de CM1 - CM2 ont un déficit au test SIGL.

Parmi les 60,71% de sujets présentant un déficit de la voie d'assemblage et de la voie d'adressage :

- tous manifestent un « double déficit » des processus cognitifs sous-jacents

L'analyse de ces processus montre une hétérogénéité et une variabilité importantes des processus phonologiques et des processus visuo-attentionnels sous-jacents affectés.

Chaque sujet a donc un profil de lecture différent, ne dépendant pas des procédures de lecture mais bien des troubles cognitifs variables individuellement. Notre quatrième hypothèse est donc validée.

○ **Hypothèse 5 :**

L'évaluation cognitive des aspects phonologiques et visuo-attentionnels est indispensable à la compréhension des troubles de la lecture.

La validation des quatre premières hypothèses entraîne la validation de la cinquième hypothèse puisque les marqueurs cognitifs objectivés vont permettre une meilleure compréhension des procédures de lecture à travers l'identification des causes (troubles des compétences phonologiques et visuo-attentionnelles) pour remédier aux conséquences (troubles des procédures de lecture).

III. Critique de la méthodologie et perspectives orthophoniques

La quantité importante de tests et la saturation en erreurs de certains a rendu délicate l'analyse et la mise en lien des données. Par ailleurs, une épreuve de vocabulaire pourrait être proposée afin d'évaluer le stock lexical en langage oral.

Les liens entre les types de difficultés sont abordés et une analyse de régression multiple aurait apporté davantage de précision pour comprendre les prédicteurs des scores de lecture. Une matrice de corrélation a été créée mais les différents types de mesure (pourcentage, empan) ont empêché une analyse cohérente des données.

Notre population bénéficie d'une prise en charge thérapeutique où les moyens de remédiation et de rééducation proposés peuvent influencer certains résultats des processus cognitifs entraînés. En outre, la compensation des troubles se majore avec la maturité du sujet. Le temps semble par exemple compenser massivement les difficultés pour les épreuves de phonologie. Le test évaluant l'impact des interférences issues des niveaux global et local n'a pu être proposé qu'à la moitié de notre population car l'autre trop âgé pour être évaluée.

Il serait pertinent de privilégier une population plus jeune afin d'éviter entre autres les biais constitués par l'entraînement à certaines tâches que nous avons évaluées et de pouvoir analyser les résultats obtenus par l'ensemble de la population sur le test des niveaux local et global.

Il serait intéressant de réitérer l'étude mais avec une population plus importante afin de proposer des conclusions valides et généralisables. Analyser les profils de certains patients sur les différentes épreuves aurait été très intéressant.

CONCLUSION

L'appui sur les modèles théoriques d'apprentissage de la lecture permet de comprendre le fonctionnement de cet apprentissage et d'identifier les déficits potentiels responsables des troubles de la lecture. Le modèle à deux voies (Coltheart, 2001) communément admis repose sur le fonctionnement simultané de la voie d'assemblage et de la voie d'adressage. Le modèle connexionniste de Ans, Carbonnel et Valdois (1998) ACV98 s'intéresse à la dynamique d'apprentissage de la lecture, en soulignant la nécessité d'adapter une fenêtre attentionnelle aux procédures requises pour l'identification des mots écrits et propose la notion de trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Postuler l'existence de sous-types distincts de dyslexies développementales a des conséquences majeures en clinique. Sur le plan du diagnostic, cela implique de disposer d'outils permettant d'évaluer les compétences cognitives sous-jacentes en question. En effet, même si le diagnostic de dyslexie se base sur des critères très généraux de niveau de lecture et de contexte d'apprentissage (facteurs intrinsèques et extrinsèques) tels que postulés dans les nomenclatures internationales (DSM V, CIM 10), il est impératif de chercher à identifier les troubles cognitifs sous-jacents de façon à orienter au mieux la prise en charge rééducative.

La théorie d'un déficit phonologique, comme origine d'un trouble de la lecture, reste l'hypothèse explicative la plus étayée et reconnue dans les travaux de recherche. Pourtant l'hypothèse visuo-attentionnelle continue à susciter un grand intérêt chez les chercheurs dans de nombreux pays.

Dans notre étude, tous les enfants présentent un trouble phonologique et/ou un trouble visuo-attentionnel. Le trouble phonologique reste très représenté mais associé à un trouble visuo-attentionnel, d'où la notion de « double déficit ». En effet, 42 % de notre population totale présente un empan visuo-attentionnel défaillant et 100% des enfants testés entre 9 et 11 ans manifestent des troubles d'interférences et de focalisation de l'analyse visuo-attentionnelle, associés au trouble phonologique.

Parmi les sujets présentant un déficit de l'identification en précision et en temps, à la fois en lecture de mots réguliers, de mots irréguliers et de pseudo-mots, tous manifestent un « double déficit ». Le « double déficit » est donc en lien causal avec des difficultés d'identification majorées.

L'analyse des données récoltées dans la partie pratique met en exergue le fait que les tests des procédures de lecture ne permettent pas de subodorer les processus cognitifs sous-jacents efficaces ou défaillants. Outre l'importante saturation en erreurs pour les épreuves de lecture empêchant l'identification fine et précise d'un trouble sous-jacent, l'analyse des processus cognitifs montre une hétérogénéité et une variabilité importantes des processus phonologiques et des processus visuo-attentionnels sous-jacents affectés.

Chaque sujet présente un profil de lecture différent, ne dépendant pas des procédures de lecture mais bien des troubles cognitifs variables individuellement. Des épreuves spécifiques doivent donc être proposées dans les évaluations cliniques du langage écrit pour évaluer la nature des déficits cognitifs associés (Valdois, 2014).

Les marqueurs cognitifs objectivés permettent donc une meilleure compréhension des procédures de lecture à travers l'identification des causes (troubles des compétences phonologiques et visuo-attentionnelles) pour remédier aux conséquences (troubles des procédures de lecture). Ainsi, L'instabilité de la relation entre troubles cognitifs sous-jacents et procédures de lecture, soulignent l'importance de l'origine cognitive du trouble d'identification du mot écrit afin d'adapter la prise en charge. Cette origine est à préciser par l'évaluation exhaustive des processus.

BIBLIOGRAPHIE

- Alegria, J. & all. (1979). Le développement de l'habileté d'analyse phonétique consciente de la parole et l'apprentissage de la lecture. *Archives de Psychologie*, 47, 251-270.
- Alegria, J. & all. (1989). *Analyse segmentale et acquisition de la lecture*. Neuchâtel et Paris : Delachaux & Niestlé : In L. Rieben & C.A. Perfetti.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85-106.
- Ans, B. P., Carbonnel, S., Valdois, S. (1998). A connectionnist multiple-trace model for polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105, n° 4, 678-723.
- Anthony, Jason, L., Jeffrey M., Williams, David, J. (2007). Phonological processing and emergent literacy in younger and older preschool children. *Annals of Dyslexia*.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. New York : Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer : a new component of working memory. *Trends Cogn Sci*, 4 (11), 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language : an overview. *Journal of Communication Disorder*, 36,189-208.
- Bara, F., Gentaz, É., & Colé, P. (2004). Les effets des entraînements phonologiques et multisensoriels destinés à favoriser l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants. *Enfance*, 56(4), 387-403.
- Bedoin, N., Kéïta, L., Leculier, L., Roussel, C., Herbillon, V., & Launay, L. (2010). Diagnostic et remédiation d'un déficit d'inhibition des détails dans la dyslexie de surface. In T. Rousseau, & F. Valette-Fruhinsholz (Eds.), *Le Langage oral : données actuelles et perspectives en orthophonie, Isbergues : OrthoEditions*,177- 210.
- Bedoin, N., Lévy-Sebbag, H., & Kéïta, L. (2005). Distinct cognitive impairments for hierarchical letters and hierarchical objects processing in phonological and surface developmental dyslexia. *Poster presented at the XIVth conference of the European society of cognitive psychology (ESCAP 14)*.
- Bellocchi, S., Muneaux, M., Bastien-Toniazzo, M., Ducrot, S. (2013). I can read it in your eyes: What eye movements tell us about visuo-attentional processes. *Developmental dyslexia*. 34(1), 452–460.
- Biscaldi, M., Gezeck, S., & Stuhr, V. (1998). Poor saccadic control correlates with dyslexia. *Neuropsychologia*, 36 (11), 1189-1202.
- Boada, R. & Pennington, B. F. (2006). Deficient implicit phonological representations in children with dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95(3), 153-193. Epub 2006 Aug 2002.
- Bosse, M.L. (2004). *L'acquisition et la mobilisation des connaissances lexicales orthographiques*. Thèse de doctorat en psychologie cognitive. Grenoble.
- Bosse, M.-L., Dompnier, B., Valdois, S. (2009). Acquisition du langage écrit et empan visuo-attentionnel : une étude longitudinale, in GOMBERT J.-E. (Ed), *Approche cognitive de l'apprentissage de la langue écrite*, Rennes : PUR, 167-178.
- Bosse, M.-L., Tainturier, M.-J., & Valdois, S. (2006). Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104 (2),198-230.

- Bradley, P. B. (1985). *Children's reading problems : psychology and education*. Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Etats-Unis d'Amérique : Oxford ; Cambridge (Mass.) : B. Blackwell, 1985, cop. 1985.
- Bruck, M. (1992). Persistence of dyslexics phonological deficits. *Developmental Psychology*, 28 (5), 874-886.
- Bryant, P. E., Maclean, M., Bradley, L. L., & Crossland J. (1990). Rhyme and Alliteration, Phoneme Detection, and Learning to Read. Etats Unis d'Amérique : *PsycARTICLES*.
- Burgess, S. R., & Hitch, G. J. (1999). Memory for serial order : A network model of the phonological loop and its timing. *Psychological Review*, 106(3), 551-581.
- Bus, A. G. & Van IJzendoorn, M. H. (1999). Phonological awareness and early reading : A meta-analysis of experimental training studies. *Journal of Educational Psychology*, 91(3), 403-414.
- Callens, M., Whitney, C., Tops, W., & Brysbaert, M. (2013). No deficiency in left-to-right processing of words in dyslexia but evidence for enhanced visual crowding. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(9), 1803-1817.
- Campolini, C., Van Hovell, C., & Vansteelandt, A. (2000). Dyslexie de développement. *Le développement du langage écrit et sa pathologie*, Louvain, Peeters, 80-81.
- Casalis, S., Leloup, G., & Parriaud, F. B. (2013). *Prise en charge des troubles du langage écrit chez l'enfant*. Elsevier Masson.
- Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., & Ziegler, J. C. (2008). Lien entre dénomination rapide et lecture chez les enfants dyslexiques. *L'Année Psychologique*, 108(4), 395.
- Castles, A. & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47, 149-180.
- Castles, A. & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read ? *Cognition*, 91. 77-111.
- Castles, A., Holmes, V. M., Neath, J., & Kinoshita, S. (2003). How does orthographic knowledge influence performance on phonological awareness tasks?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 56(3), 445-467.
- Cave, K.R. & Bichot, N.P. (1999). Visuo-spatial attention : beyond a spotlight model. *Psychonomic bulletin and review*, 6, 204-223.
- Colé, P., & Sprenger-Charolles, L. (2003). *Lecture et dyslexie: approche cognitive*. Dunod, Paris.
- Colin, S. (2004). *Développement des habiletés phonologiques précoces et apprentissage de la lecture et de l'écriture chez l'enfant sourd : apport du langage parlé complété (LPC)*. Thèse : Lyon 2 en cotutelle avec l'Université libre de Bruxelles.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon R. & Ziegler J. (2001). DRC: A Dual Route Cascaded Model of Visual Word Recognition and Reading Aloud. *Psychological Review*, 108 (1), 204-256.
- De Jong, P. F., & Olson, R. K. (2004). Early predictors of letter knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88 (3), 254-273.
- De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (1999). Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(3), 150-176.
- De Martino, S., Espesser, R., Rey, V., & Habib, M. (2001). The temporal processing deficit" hypothesis in dyslexia : new experimental evidence. *Brain Cognition*, 46 (1-2), 104-108.

- Demont, É., & Gombert, J. É. (2004). L'apprentissage de la lecture: évolution des procédures et apprentissage implicite. *Enfance*, 56 (3), 245-257.
- Dixon, M., Stuart, M., & Masterson, J. (2002). The relationship between phonological awareness and the development of orthographic representations. *Reading and Writing*, 15 (3-4), 295-316.
- Ducrot, S., Lété, B., & Sana, S. (2004). Developmental Changes in the Optimal Viewing Position Effect. *Abstract of the Architectures and Mechanisms for Language Processing Conference*, 73-74.
- Ducrot, S., Lété, B., Sprenger-Charolles, L., Pynte, J., & Billard, C. (2003). The optimal viewing position effect in beginning and dyslexic readers. *Current psychology letters. Behaviour, brain & cognition*, 10, Vol. 1.
- Ducrot, S., Pynte, J., Ghio, A., & Lété, B. (2013). Visual and linguistic determinants of the eyes' initial fixation position in reading development. *Acta psychologica*, 142(3), 287-298.
- Eden, G. F., Stein, J. F., Wood, H. M., & Wood, F. B. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision research*, 34(10), 1345-1358.
- Eden, G. F., Wood, F. B., & Stein, J. F. (2003). Clock drawing in developmental dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 36 (3), 216-228.
- Facoetti, A., & Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G.G. (2000). Visuo-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, 36, 109-123.
- Facoetti, A., Lorusso, M.L., Cattaneo, C., Galli, R., & Molteni, M. (2005). Visual and auditory attentional capture are both sluggish in children with developmental dyslexia. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 65, 61-72.
- Facoetti, A., Lorusso, M.-L., Paganoni, P., Umiltà, C., & Mascetti, G.G (2003). The role of visuo-spatial attention in developmental dyslexia : Evidence from a rehabilitation study. *Cognitive Brain Research*, 15, 154-164.
- Fayol, M. (2008). *De l'acquisition de l'orthographe lexicale*. Colloque « Troubles du langage écrit : de la théorie à la pratique ». Université Toulouse II le Mirail, Toulouse, 14-15 mars.
- Fayol, M., & Got, C. (1991). Automatisation et contrôle dans la production écrite: les erreurs d'accord sujet verbe chez l'enfant et l'adulte. *L'année psychologique*, 91(2), 187-205.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current Biology*, 22 (9), 814-819.
- Friedmann, N., & Haddad-Hanna, M. (2012). Letter position dyslexia in Arabic : From form to position. *Behavioural Neurology*, 25(3), 193-203.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. E. Patterson, J. C. Marshall & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia : neuropsychological and cognitive studies of phonological reading* (pp. 301-330). London: Elbraum.
- Frost, R., & Bentin, S. (1992). Processing Phonological and Semantic Ambiguity : Evidence From Semantic Priming at Different SOAs. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, Vol.18 (1), 58-68.
- Gathercole, S. E. (1998). The development of memory. *Journal of Experimental Child Psychology Psychiatry*, 39 (1), 3- 27.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends Cogn Sci*, 3 (11), 410-419.

- Gathercole, S. E., Hitch, G. J., Service, E., & Martin, A. J. (1997). Phonological short-term memory and new word learning in children. *Development Psychological*, 33 (6), 966-979.
- Geiger, G., & Lettvin, J.Y. (2000). Developmental dyslexia : a different perceptual strategy and how to learn a new strategy for reading. *Child development and disabilities*, 26, 73-89.
- Goswami, U., & Bryant, P. (1990). *Phonological skills and learning to read*. Hove: Lawrence Erlbaum.
- Grainger, J., L    , B., Bertand, D., Dufau, S., & Ziegler, J. C. (2012). Evidence for multiple routes in learning to read. *Cognition*, 123 (2), 280-292.
- Gupta, P. (2003). Examining the relationship between word learning, nonword repetition, and immediate serial recall in adults. *The Quartely Journal of Experimental Psychology*, 56 (7), 1213-1236.
- Gupta, P., & MacWhinney, B. (1997). Vocabulary acquisition and verbal short-term memory: computational and neural bases. *Brain Lang.*, 59 (2), 267-333.
- Hari, R., & Koivikko, H. (1999). Left-side mini-neglect and attentional sluggishness in dyslexic adult. *Soc Neurosciences Abstract*, 25, 1634.
- Harm, M. W., & Seidenberg, M. S. (1999). Phonology, reading acquisition, and dyslexia: insights from connectionist models. *Psychological Review*, 106 (3), 491-528.
- Hawelka, S., Gagl, B., & Wimmer, H. (2010). A dual-route perspective on eye movements of dyslexic readers. *Cognition*, 115 (3), 367-379.
- Hutzler, F., & Wimmer, H. (2004). Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and language*, 89 (1), 235-242.
- Jacquier-Roux, Valdois & Zorman, (2002). *L'Od    , un outil de d         des dyslexies*. Grenoble : Laboratoire Cogni-Sciences, IUFM de Grenoble.
- Jainta, S., & Kapoula, Z. (2011). Dyslexic children are confronted with unstable binocular fixation while reading. *PLoS One*, 6(4), e18694.
- Jaskowski, P., & Rusiak, P. (2005). Posterior parietal cortex and developmental dyslexia. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 65, 79-94.
- Kapoula, Z., Ganem, R., Poncet, S., Gintautas, D., Eggert, T., Br          , D., & Bucci, M. P. (2009). Free exploration of painting uncovers particularly loose yoking of saccades in dyslexics. *Dyslexia*, 15 (3), 243-259.
- K    , L. (2007). *Approche d             et neuropsychologique de processus visuo-attentionnels: traitements global et local selon la cat      *. Th     de doctorat de Sciences Cognitives. Lyon : Université Lum     Lyon 2.
- Kohnen, S., Nickels, L., Castles, A., Friedmann, N., & McArthur, G. (2012). When 'slime'becomes 'smile': developmental letter position dyslexia in English. *Neuropsychologia*, 50 (14), 3681-3692.
- Krifi, S., Bedoin, N., & M      , A. (2003). Effects of voicing similarity between consonants in printed stimuli in normal and dyslexic readers. Current psychology letters. *Behaviour, brain & cognition*, 10 (1).
- Laberge, D., & Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological review*, 96 (1), 101-124.
- Lallier, M. (2009). *Sp             des troubles auditivo- et visuo-attentionnels dans la dyslexie d            *. Th     de doctorat de Sciences Cognitives. Université Pierre Mend     France, Grenoble 2.

- Launay, L., & Valdois, S. (2004). Évaluation et prise en charge cognitive de l'enfant dyslexique et/ou dysorthographique de surface. In S. Valdois, P. Colé, D. David (Eds), *Apprentissage de la lecture et dyslexies* (pp. 209-232). Marseille : Solal.
- Lecoq, P. (1991). *Apprentissage de la lecture et dyslexie*. Liège : Mardaga.
- Leibnitz, L., Ducrot, S., Muneaux, M., & Grainger, J. (2015). Spécificité des capacités visuo-attentionnelles et lecture chez l'enfant. *Revue Francophone d'Orthoptie*, 8 (1), 45-49.
- Lété, B., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2004). MANULEX : A grade-level lexical database from French elementary-school readers . *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 156-166.
- Liberman, I. Y., Shankweiler, D., Fischer, F. W., & Carter, B. (1974). Explicit syllable and phoneme segmentation in the young child. *Journal of Experimental Child Psychology*.
- Lundberg, I., Frost, J., & Petersen, O. P. (1988). Effects of an extensive program for stimulating phonological awareness in preschool children. *Reading research quarterly*, 263-284.
- Magnan, A., & Ecalle, J. (2000). Effets de congruence syllabique dans une tâche d'amorçage en identification perceptive chez des enfants dyslexiques et normo-lecteurs In H. Paugam-Moisiey, V. Nyckees, & J. Caron-Pargue. *La Cognition entre individu et société*, 227-239.
- Majerus, S., & Poncelet, M. (2004). Mémoire à court terme verbale : cause ou conséquence du développement du langage ? In D. Metz-Lutz M.N., E., Seegmuller, C., De Agostini, M., Bruneau, N. (Ed.), *Développement cognitif et troubles des apprentissages : évaluer, comprendre, rééduquer et prendre en charge* (pp. 151- 174). Marseille: Solal.
- Majerus, S., Poncelet, M., Elsen, B., & Van der Linden, M. (2006). Exploring the relationship between new word learning and short-term memory for serial order recall, item recall, and item recognition. *European Journal of cognitive psychology*, 18 (6), 848-873.
- Marendaz, C., & Valdois, S., & Walch, JP. (1996). Dyslexie développementale et attention visuo-spatiale. *L'année psychologique*, 96, 193-224.
- Martinet, C., & Valdois, S. (1999). L'apprentissage de l'orthographe d'usage et ses troubles dans la dyslexie développementale de surface. *Langue française*, 99 (4), 577-622.
- Martinet, C., Bosse, M.L., Valdois, S., & Tainturier, M.J. (1999). Existe-t-il des stades successifs dans l'acquisition de l'orthographe d'usage ? *Langue française*, 124 (1), 58-73.
- Mazur-Palandre, A., Abadie, R., & Bedoin, N. (2015). *Étudiants dyslexiques à l'Université: Spécificité des difficultés ressenties et évaluation des déficits*. Laboratoire Dynamique Du Langage, UMR 5596, CNRS – Université Lyon 2.
- McCandliss, B. D. (2012). Helping dyslexic children attend to letters within visual word forms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (28), 11064-11065.
- McCandliss, B., Beck, I. L., Sandak, R. & Perfetti, C. (2003). Focusing attention on decoding for children with poor reading skills : design and preliminary tests of the Word Building intervention. *Scientific Studies of Reading*, 7 (1), 75-104.
- Mody, M. (2003). Phonological basis in reading disability : a review and analysis of the evidence. *Reading and writing : an interdisciplinary journal*, 16, 21-39.
- Morais, J. C. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously ? *Cognition*, 7, 323-331.
- Morais, A., Bertelson, P., Cary, L., & Alegria, J. (1986). Literacy training and speech segmentation. *Cognition*, 24, 45-64.

- Morgan, W. P. (1896). A case of congenital word blindness. *British medical journal*, 2 (1871), 1378.
- Mousty, P. & Leybaert, J. (1999). Évaluation des habiletés de lecture et d'orthographe au moyen de la BELEC. Données longitudinales auprès d'enfants francophones testés en 2ème et 4ème années. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 49 (4), 325-342.
- Muneaux, M., & Ducrot, S. (2014). Capacités oculomotrices, visuo-attentionnelles et lecture : un autre regard sur la dyslexie. *Anae*, 129, 137-46.
- Munson, B., Kurtz, B. A., & Windsor, J. (2005). The influence of vocabulary size, phonotactic probability, and wordlikeness on nonword repetitions of children with and without specific language impairment. *J Speech Lang Hear Res*, 48 (5), 1033-1047.
- Nancy Ewald Jackson, M. C. (2001). Routes to reading success and failure : toward an integrated cognitive psychology of atypical reading. Etats-Unis d'Amérique : New York : *Psychology Press*, c2001.
- Nation, K., Angell, P., & Castles, A. (2006). Orthographic learning via self-teaching in children learning to read English : Effects of exposure, durability, and context. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 71-84.
Nature Reviews, volume 4, 829-839.
- Nation, K., & Hulme, C. (1996). The automatic activation of sound-letter knowledge : An alternative interpretation of analogy and priming effects in early spelling development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63(2), 416-435.
- Nithart, C. (2008), *Etude des déficits phonologiques à l'origine des troubles d'apprentissage de la lecture dans la dyslexie et la dysphasie : Approche développementale, neuropsychologique et anatomo-fonctionnelle*. Thèse : Université de Strasbourg.
- Pacton, S., Fayol, M. & Perruchet, P. (1999). *Apprentissage de l'orthographe lexicale : le cas des régularités*.
- Pernet, C., Valdois, S., Celsis, P. & Démonet, JF. (2006). Lateral masking, levels of processing and stimulus category : A comparative study between normal and dyslexic readers. *Neuropsychologia*, 44, 2374-2385.
- Peyrin, C., Lallier, M., Démonet, J. F., Pernet, C., Baci, M., Le Bas, J. F., & Valdois, S. (2012). Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia: FMRI evidence from two case reports. *Brain and language*, 120 (3), 381-394.
- Plaza, M., Chauvin, D., Lanthier, O., Rigoard, M. T., Roustit, J., Thibault, M. P., & Touzin, M. (2002). Validation longitudinale d'un outil de dépistage des troubles du langage écrit. Étude d'une cohorte d'enfants dépistés en fin de CP et réévalués en fin de CE1. *Glossa*, 81, 22-35.
- Plaza, M., & Cohen, H. (2007). The contribution of phonological awareness and visual attention in early reading and spelling. *Dyslexia*, 13 (1), 67-76.
- Poncellet, M., Majerus, S., & Van der Linden, M. (2001). Troubles de la rétention à court terme d'informations auditivo-verbales : évaluation et prise en charge. *Rééducation orthophonique*, 208, 121-137.
- Prado, C., Dubois, M., & Valdois, S. (2007). Eye movements in reading aloud and visual search in developmental dyslexia: Impact of the VA span. *Vision Research*, 47, 2521-2530.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia : Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction ? *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 212-218.
- Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* (Colchester), 61 (1), 129-141.

- Ramus, F., Marshall, C. R., Rosen, S., Van der Lely, H. K. J. (2013). Phonological deficits in specific language impairment and developmental dyslexia: towards a multidimensional model. *Brain*, 136 (2), 630-645.
- Rey, V., De Martino, S., Espesser, R., Habib, M. (2002). Temporal processing and phonological impairment in dyslexia : effect of phoneme lengthening on order judgment of two consonants. *Brain Lang*, 80, 576-91.
- Robichon, F. (1996). *Contribution aux études électrophysiologiques et neuroanatomiques de la dyslexie de développement chez l'adulte*. France : Université d'Aix-Marseille II. Faculté de médecine.
- Romani, C., Ward, J., & Olson, A. (1999). Developmental surface dysgraphia : What is the underlying cognitive impairment ? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52A, 97-128.
- Roodenrys, S., & Stokes, J. (2001). Serial recall and non word repetition in reading disabled children. *Reading and writing : an interdisciplinary journal*, 14 (5-6), 379-394.
- Ruffino, M., Gori, S., Boccardi, D., Molteni, M., & Facoetti, A. (2014). *Spatial and temporal attention in developmental dyslexia*.
- Schatschneider, C., Fletcher, J. M., Francis, D. J., Carlson, C. D., & Foorman, B. R. (2004). Kindergarten Prediction of Reading Skills: A Longitudinal Comparative Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 96 (2), 265-282.
- Schneider, W., Roth, E., & Ennemoser, M. (2000). Training phonological skills and letter knowledge in children at risk for dyslexia: A comparison of three kindergarten intervention programs. *Journal of Educational Psychology*, 92 (2), 284.
- Seymour, P. H. (1986). *Cognitive analysis of dyslexia*. Routledge.
- Seymour, P. H., & Evans, H. M. (1993). The visual (orthographic) processor and developmental dyslexia. *Visual processes in reading and reading disabilities*, 347-376.
- Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning: A direct test of the self-teaching hypothesis. *Journal of experimental child psychology*, 72 (2), 95-129.
- Share, D. L. (2004). Orthographic learning at a glance : On the time course and developmental onset of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 267-298.
- Share, D. L. (2004). Knowing letter names and learning letter sounds : a causal connection. *Journal of experimental child psychology*, 88 (3), 213-233.
- Shaywitz, S. E., Morris, R., & Shaywitz, B. A. (2008). The education of dyslexic children from childhood to young adulthood. *Annu Rev Psychol*, 59, 451-475.
- Silliman, M. M. (2008). *Brain, behavior, and learning in language and reading disorders*. Etats-Unis d'Amérique: New York ; London : Guilford Press, cop. 2008.
- Skottun, B.C. (2000). On the conflicting support for the magnocellular-deficit theory of dyslexia : Response to Stein, Talcott and Walsh. *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (6), 211-212.
- Snowling, M. J., Gallagher, A., & Frith, U. (2003). Family risk of dyslexia is continuous : individual differences in the precursors of reading skill. *Child Development*, 74 (2), 358-373.
- Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia, speech and language*. Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord: London : Whurr, 2000.
- Snowling, M. J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7 (1), 37-46.

- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert., P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia : evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian journal of experimental psychology*, 54, 87-103.
- Sprenger-Charolles, L. & Serniclaes, W. (2003). Acquisition de la lecture et de l'écriture et dyslexie : revue de la littérature. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, 8, 63-90.
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., Béchenec, D., & Serniclaes, W. (2003). Development of phonological and orthographic processing in reading aloud, in silent reading, and in spelling: A four-year longitudinal study. *Journal of experimental child psychology*, 84(3), 194-217.
- Swanson, H. L., & Jerman, O. (2007). The influence of working memory on reading growth in subgroups of children with reading disabilities. *Journal of experimental child psychology*, 96(4), 249-283.
- Szenkovits, G., & Ramus, F. (2005). Exploring dyslexics' phonological deficit I : lexical vs sublexical and input vs output processes. *Dyslexia*, 11(4), 253-268.
- Trolès, N. (2010), *Elaboration d'un outil d'aide au diagnostic de la dyslexie développementale*. Thèse : Université Rennes 2.
- Valdois, S (2004). Les sous-types de dyslexies développementales. In S.Valdois, P. Colé, & D. David (Eds.), *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales* (pp.171-198). Marseille : Solal.
- Valdois, S. (2004). *L'acquisition et la mobilisation des connaissances lexicales orthographiques*. Grenoble: Université Pierre Mendès France Grenoble 2.
- Valdois, S. (2005). Traitements visuels et dyslexies développementales. *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement*. Marseille: Editions Solal.
- Valdois, S., Colé, P., & David D. (2004). *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales : de la théorie à la pratique*. Marseille : Solal
- Vidyasagar, T.R. (2004). Neural underpinnings of dyslexia as a disorder of visuo-spatial attention. *Clinical and Experimental Optometry*, 87(1), 4-10.
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91(3), 415-438.
- Wolf, M., Bowers, P. G., & Biddle, K. (2000). Naming-speed processes, timing, and reading A conceptual review. *Journal of learning disabilities*, 33(4), 387-407.
- Ziegler, J. C., Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario, F. X., & Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition*, 107(1), 151-178.
- Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., & Ziegler, J. C. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(28), 11455-11459.

GLOSSAIRE

Conscience phonémique : plus haut niveau d'abstraction de la conscience phonologique (Morais, 1991) ; prise de conscience de l'existence des phonèmes, donc la capacité à identifier et à pratiquer des opérations (identification, repérage, localisation, addition, soustraction, substitution, inversion) sur les phonèmes (Dictionnaire d'Orthophonie)

Conversion grapho-phonémique : segmentation des mots écrits en graphèmes (le mot écrit « maison » présente quatre unités graphémiques « m », « ai », « s » et « on ») et des mots parlés en phonèmes (quatre phonèmes /m/, /è/, /z/ et /ô/) de façon à mémoriser les relations entre ces deux types d'unités. Cette prise de conscience simultanée des segments qui composent le mot tant à l'oral qu'à l'écrit permet l'installation des correspondances graphème-phonème en mémoire (Valdois, 2007). En référence au modèle à deux voies, il est utile de distinguer les correspondances grapho-phonémiques : le graphème /a/ renvoie au phonème (a), le /i/ à (i), etc. des conversions grapho-phonémiques : /ai/ se lit (ε) et pas (a) puis (i). Le passage de l'un à l'autre est coûteux cognitivement puisqu'il faut prendre en compte non pas une lettre puis l'autre mais les deux simultanément et inhiber la succession des correspondances.

Dyslexie : trouble spécifique durable de la lecture, avec retard en lecture d'au moins deux ans par rapport à l'âge réel. La dyslexie développementale n'est pas un simple retard d'apprentissage de la lecture, il s'agit d'un trouble neuro-développemental sous-tendu par des anomalies cognitives et neuronales, et certains mécanismes fonctionnant de manière atypique (Habib, 2000).

Crowding ou masquage latéral : phénomène d'encombrement perceptif, altération de la reconnaissance d'une cible à cause de l'interférence produite par les stimuli adjacents (Bedoin, 2007)

Empan perceptif : région du champ visuel autour du point de fixation à l'intérieur de laquelle de l'information utile est extraite (Rayner & Liversedge, 2004)

Empan visuo-attentionnel : quantité d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément dans une configuration de plusieurs éléments ; dans le cadre de la lecture, quantité d'unités orthographiques distinctes qui peuvent être traitées en une fixation dans une séquence de lettres (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007)

Fenêtre visuo-attentionnelle : fenêtre à travers laquelle est extraite l'information orthographique

Fusion phonémique : combinaison de phonèmes (en syllabes)

Graphème : (130 à 175, Jaffré, 2008) plus petite unité du système graphique destiné à transcrire les phonèmes

Lexique orthographique : ensemble des représentations orthographiques des mots connus par un individu (Estienne, 2002)

Métaphonologie ou conscience phonologique : capacité d'identification, de contrôle, de réflexion et de manipulation consciente des règles et unités phonologiques ; connaissance consciente de l'information phonologique et contrôle du traitement de cette information (Gombert, 1990)

Phonème : (environ 36) plus petite unité sonore distinctive non-significative de la chaîne parlée (Martinet, 1960)

Pseudo-mot : non-mot ressemblant par son aspect général à un mot signifiant

Segmentation phonémique : découpage en phonèmes

Voie d'adressage : lecture par voie lexicale, lecture globale du mot cible, renvoi direct de la trace écrite à une représentation en mémoire

Voie d'assemblage : lecture par voie phonologique, lecture par correspondance et conversion grapho-phonémique

Zone fovéale : zone où l'acuité visuelle est maximale

ANNEXES

Annexe I : Feuilles de passation - EVALEC

Feuille de passation: Analyse phonologique

Evalec - Enfant Ortho-Edition (2010)
Liliane Sprenger-Charolles, Pascale Colé, Agnès Piquard-Kipffer & Gilles Leloup

Nom, Prénom..... Date..... Classe.....

Les consignes (pour l'enfant et pour vous) sont affichées sur l'écran de l'ordinateur

SupSyl Items	Réponse Attendue	Score O/1	SupPhoCvc Items	Réponse Attendue	Score O/1	SupPhoCvc Items	Réponse Attendue	Score O/1
Essai tonira	nira	XXXX	Essai zak	ak	XXXX	Essai fla	la	XXXX
varéla	réla	XXXX	chor	or	XXXX	spo	po	XXXX
Test povidu	vidu		Test puf	uf		Test klo	lo	
tokali	kali		jor	or		pra	ra	
tipango	pango		zil	il		sri	ri	
banidé	nidé		kip	ip		tsé	sé	
zofitu	fitu		dour	our		blo	lo	
kossila	sila		bir	ir		sti	ti	
buliva	liva		tal	al		pso	so	
rétouda	touda		gof	of		flin	lin	
valoté	loté		fék	ék		sla	la	
soguté	guté		sat	at		vri	ri	
			chol	ol		spa	pa	
			vaf	af		grou	rou	
Nombre total d'erreurs:			Nombre total d'erreurs:			Nombre total d'erreurs:		
Temps:			Temps:			Temps:		

Δ Vérifier avant la passation, le volume sonore de la sortie casque.

Feuille de passation: Mémoire à court terme phonologique (MCT)

Evalect - Enfant Ortho-Edition (2010)
Liliane Sprenger-Charolles, Pascale Colé, Agnès Piquard-Kipffer & Gilles Leloup

Nom, Prénom..... Date..... Classe.....

Les consignes (pour l'enfant et pour vous) sont affichées sur l'écran de l'ordinateur

Essai: <i>talbulo, tonira, larvula</i>			
Test	Score (0/1)	Test	Score (0/1)
moukola		tabaritolu	
bartino		mandurlanoti	
favéli		rutadilérac	
varéla		tirsatabito	
linourac		munolivoura	
chadurlé		takorétidou	
Items de 3 syllabes	/6	Items de 5 syllabes	/6
gontadiro		vardotivaruté	
rikalpéta		toziltéfavilo	
nuronlado		munigamessotir	
sazidulor		pédonuratilé	
farvikéru		vafitaludéro	
todonkino		pubagoritélu	
Items de 4 syllabes	/6	Items de 6 syllabes	/6

Total des items corrects	/24
Total des items corrects en nombre de syllabes	/108
Empan: <i>sont considérées comme étant réussies les séries pour lesquelles l'enfant a donné au moins 4 réponses correctes sur 6; l'empan correspond à la dernière série pour laquelle ce seuil a été atteint)</i>	/6
Temps:	secondes

Δ Vérifier avant la passation, le volume sonore de la sortie casque.

Feuille de passation: Lecture à Haute voix (LHV) Séries 1 et 2

Evalec - Enfant Ortho-Edition (2010)
Liliane Sprenger-Charolles, Pascale Colé, Agnès Piquard-Kipffer & Gilles Leloup

Nom, Prénom..... Date..... Classe.....

Les consignes (pour l'enfant et pour vous) sont affichées sur l'écran de l'ordinateur

Série 1. Mots Réguliers et Irréguliers				Série 2. Pseudomots			
Essai	Réponse	Essai	Réponse	Essai	Réponse	Essai	Réponse
<i>porte</i>		tante		<i>truche</i>		égibe	
<i>école</i>		malin		<i>lapre</i>		cuifle	
<i>pile</i>		fourni		<i>tirfal</i>		saille	
Test		scie		Test		pitode	
avril		cheval		moube		pogide	
pilote		soupe		adrile		simade	
citron		abri		écine		tanepi	
tulipe		merci		tope		traillou	
oncle		sapin		cande		supon	
magie		caillou		durche		chaful	
marmite		agité		atrul		fogir	
pied		paille		énoure		onfre	
cinéma		samedi		nacide		pidre	
minute		monsieur		toupre		cirate	
farine		sept		sinope			
aiguille		cuisine		furpe			
sable		deuxième		guive			
acide		facile		matore			
écharpe		album		mocile			
six		tomate		frante			
poudre		piscine		pirche			
fragile		compte		fudre			
tache		fable		mopade			
danse		maximum		sintar			
montre		guide		murin			
plume		femme		cipre			

Δ Vérifier avant l'enregistrement que le micro est branché, le volume réglé. Vous pouvez faire un essai micro en choisissant 'le magnétophone' de ordinateur ou vérifier l'amplitude du son enregistré qui est indiquée par un signal en bas à droite de l'écran.

Δ Attention, si vous cliquez deux fois de suite sur la flèche ↓, deux mots apparaissent successivement: la réponse au premier ne sera pas enregistrée et sera comptabilisée comme étant une erreur.

Feuille de passation: Lecture à Haute voix (LHV) Séries 3 et 4

Evalec - Enfant Ortho-Edition (2010)
Liliane Sprenger-Charolles, Pascale Colé, Agnès Piquard-Kipffer & Gilles Leloup

Nom, Prénom..... Date..... Classe.....

Les consignes (pour l'enfant et pour vous) sont affichées sur l'écran de l'ordinateur

Série 3. Mots irréguliers		Série 4. Pseudomots	
Essai	Réponse	Essai	Réponse
<i>orgueil</i>		<i>aspouche</i>	
<i>ailleurs</i>		<i>tarmine</i>	
Test		Test	
dix		dul	
automne		oume	
août		orphade	
œil		couciron	
faon		oude	
baptême		siliène	
aquarium		sartopin	
pays		funve	
sculpture		bartome	
condamné		plou	
écho		évaloupe	
ennui		opha	
poêle		acribion	
seconde		altin	
clown		opaurir	
accident		poibe	
orchestre		scaltoure	
septième		conde	
technique		tainouque	
short		chile	

Δ Vérifier avant l'enregistrement que le micro est branché, le volume réglé. Vous pouvez faire un essai micro en choisissant 'le magnétophone' de votre ordinateur ou vérifier l'amplitude du son enregistré qui est indiquée par un signal en bas à droite de l'écran.

Δ Attention, si vous cliquez deux fois de suite sur la flèche ↓, deux mots apparaissent successivement : la réponse au premier ne sera pas enregistrée et sera comptabilisée comme étant une erreur.

Annexe II : Tableau des profils de notre population

Prénom	Classe	Age	Alouette	Manipulation phonémique	Suppression syllabique	Suppression phonémique	Suppression phonémique (type	Empari	Couleurs	Noms de couleurs	Report global	Report partiel	Trouble de l'EVA	Fenêtre attentionnelle	Local TR	Glob al TR	Local TE	Glob al TE	Fenêtre de copie	LS	LS - erreurs visuelles	LS - erreurs phonologiques	LVH - mots réguliers	LVH - mots irréguliers	LVH - pseudo-mots
G. C	CM1	8,9	6,3	x			x			x	x	x	x	x	+	-	-	-	x	xx	x	x	xx	xx	x
B. H	CM1	8,9	7	xx	x	x			x		x	x	x	x	+			-	x						x
A. D	CM1	9,4	6,8	x	x				xx	x	x	x	x	x	-	-		-	x	x	x		x	x	x
R. N	CM1	9,6	6,9	x			x		xx	xx	x			x	-	+	-	-	x	x	x	x		x	x
G. F	CM1	9,7	6,8	xx	x		x		x	x	x	x	x	x	-	+		+	x	x	x	x	xx	xx	x
S. D	CM1	9,9	6,5	x					x	xx	x	x	x	x	+	-	-	-		x		x	x	x	x
A. I	CM2	9,3	7,6	xx	x		x				x				-	-		+	x				xx	xx	xx
H. A	CM2	10,1	7,8	xx	x					x		x		x	-	+		-	x	xx	x	x	x	x	x
L. J	CM2	10,3	7,1	x							x			x	+		-	-	x				x	x	x
D. M	CM2	10,4	7,5	xl-					x						-		-	-	x	x	x			x	x
E. G	CM2	10,6	6,9	x				x		x				x	-	-	-	-	x	x	x		x	x	x
A. B	CM2	10,8	7,4	xx			x		x	x					-	+		-	x	x	x				
M. E	CM2	10,8	6,9	xx			x	x	x	xx				x		+	-	-	x	x	x	x	x		x
J. K	CM2	10,9	6,2	x	x		xx		x	xx		x	x	x		-		-	x	x		x	x	xx	x
F. L	CM2	11,3	6,8	x	x	x			x		x	x	x	x					x						x
L. P	6ème	11	7,5	xx		x	x	xx	x	x				x					x				x	x	x
N. Q	6ème	11,1	8,1	xx			xx	x	x	xx	x	x	x	x					x	x			x		x
A. U	6ème	11,2	8,5					x	x	x	x	x	x	x					x	x			xx	xx	xx
L. Z	6ème	11,3	8,4	xx			x	xx	xx	x	x			x					x				xx	xx	xx
L. T	6ème	11,3	7,7	xx				xx		x									x				x		
E. S	6ème	11,4	6,8	xx	xx	xx	x	xx						x					x	x			xx	xx	x
B. X	6ème	11,5	6,9	xx		xx	xx	xx		x	x	x	x	x					x	xx		x	xx	xx	xx
A. W	6ème	12,1	9					x	x			x	x						x	x	x		x	xx	xx
N. AC	6ème	12,8	7,6	xx		xx	x	xx	xx	xx									x	xx		x	xx	xx	x
G. V	5ème	11,3	8,6	x				xx	xx					x					x	x			xx		
R. R	5ème	12,2	8,8	x	x		xx	x	x			x	x	x					x	x		x	xx	xx	x
V. Y	5ème	12,6	8,9	xx				x			x			x					x	x			x	x	xx
E. AB	5ème	12,8	9,2	xl-				xx	x		x			x					x				xx	xx	x

Annexe III : Moyenne et écart-type (total, CM1 – CM2, 6^{ème} – 5^{ème})

MOYENNE										
	Fusion temps	Fusion +	Segmentation temps	Segmentation +	Suppression syllabique	Temps	Suppression phonémique (type CVC)	Temps	Suppression phonémique (type CCV)	Temps
Moyenne Totale	135,39	5,04	132,36	3,39	12,5	49,34	6,25	38,01	34,82	48,78
Moyenne CM1 - CM2	122,67	5,07	129,73	2,93	13,33	52,77	6,67	37,67	40,56	51,38
Moyenne 6 ^{ème} - 5 ^{ème}	150,08	5	135,38	3,92	11,54	45,38	5,77	38,41	28,21	45,79

MCT	Empan	Items +	Temps	DSR	Couleurs	Temps	Noms de couleurs écrits	Temps
Moyenne Totale	4,21	13,89	89,94	Moyenne Totale	2,43	47,5	1,07	33,25
Moyenne CM1 - CM2	4,2	13,87	91,65	Moyenne CM1 - CM2	3,27	51,8	1,33	35,8
Moyenne 6 ^{ème} - 5 ^{ème}	4,23	13,92	87,97	Moyenne 6 ^{ème} - 5 ^{ème}	1,46	42,54	0,77	30,31

EVADYS	Empan - report global	P1	P2	P3	P4	P5	Empan - report partiel	P1	P2	P3	P4	P5
Moyenne Totale	3,64	18,5	17,54	15,46	10,68	10,61	3,97	8,64	7,68	8,18	7,14	7,32
Moyenne CM1 - CM2	3,51	18,2	17	14,4	9,93	10,53	3,71	8	7,73	7,87	6,6	7,27
Moyenne 6 ^{ème} - 5 ^{ème}	3,8	18,85	18,15	16,69	11,54	10,69	4,27	9,38	7,62	8,54	7,77	7,38

	33ms	50ms	67ms	84ms	101ms	GERIP	Empan	Baleine	Empan
Moyenne Totale	25	54,29	70	87,14	92,14	Moyenne Totale	3,89	Moyenne Totale	3,77
Moyenne CM1 - CM2	22,67	51,33	63,33	84,67	88,67	Moyenne CM1 - CM2	3,8	Moyenne CM1 - CM2	3,33
Moyenne 6ème - 5ème	27,69	57,69	77,69	90	96,15	Moyenne 6ème - 5ème	4	Moyenne 6ème - 5ème	4,27

EVALEC	LS (% erreurs)	Erreurs visuelles	Erreurs phonologiques	Temps	LVH - mots rég.	Temps	LVH - mots irr.	Temps	Mots irr. courts	Temps	Mots irr. longs	Temps
Moyenne Totale	11,11	26,79	26,79	3670,29	14,88	954,43	27,98	1121,5	41,43	1133,75	52,14	1316,89
Moyenne CM1 - CM2	14,81	43,33	30	3609,13	14,44	1021,4	28,89	1208,33	43,33	1186,47	60,67	1399,71
Moyenne 6ème - 5ème	6,84	7,69	23,08	3740,85	15,38	877,15	26,92	1021,31	39,23	1072,92	42,31	1221,33

	Pseudo-mots	Temps	Pseudo-mots courts	Temps	Pseudo-mots longs	Temps
Moyenne Totale	48,31	1360,52	27,86	1285,61	72,86	1457,83
Moyenne CM1 - CM2	54,26	1482,73	29,33	1353,93	76,67	1433,33
Moyenne 6ème - 5ème	41,45	1219,5	26,15	1206,77	68,46	1486,1

SIGL	Temps de latence	Local TR	Global TR	Local TE	Global TE
Moyenne Totale	1185,89	-3,67	20,8	-0,05	-0,04
Moyenne CM1 - CM2	1193,93	-15,3	8,97	-0,04	-0,05
Moyenne 6ème - 5ème	1176,62	9,74	34,45	-0,05	-0,01

ECART TYPE

	Fusion temps total	Fusion +	Segmentation temps total	Segmentation +	Suppression syllabique	Temps total	Suppression phonémique (type CVC)	Temps total	Suppression phonémique (type CCV)	Temps total
Écart type Total	43,8	2,46	53,23	2,88	13,78	16,35	7,04	12,86	26,45	13,75
Écart type CM1 - CM2	17,87	2,15	55,43	2,46	12,34	15,23	5,63	10,3	24,77	12,11
Écart type 6ème - 5ème	59,22	2,86	52,66	3,33	15,73	17,29	8,6	15,76	27,75	15,38

DSR	Empan	Items +	Temps total	Couleurs	Temps total	Noms de couleurs écrits	Temps total
Écart type Total	0,79	2,81	11,26	2,44	17,06	1,41	9,88
Écart type CM1 - CM2	0,68	1,96	9,45	2,71	22,07	1,76	10,82
Écart type 6ème - 5ème	0,93	3,64	13,16	1,71	6,09	0,83	8,09

SIGL	Temps de latence	Local TR	Global TR	Local TE	Global TE
Écart type Total	219,58	86,28	71,35	0,09	0,04
Écart type CM1 - CM2	255	93,87	71,15	0,1	0,05
Écart type 6ème - 5ème	180,13	78,15	71,9	0,07	0,03

EVADYS	Empan - global	P1	P2	P3	P4	P5	Empan - partiel	P1	P2	P3	P 4	P5	33ms	50ms	67ms	84ms	101ms
Écart type Total	0,61	1,43	2,81	3,42	4,18	3,79	0,84	2,34	2,07	1,39	1,96	2,4	18,8	21,7	20,6	14,4	12,6
Écart type CM1 - CM2	0,62	1,52	2,93	2,87	4,37	3,8	0,85	2,9	2,22	1,3	2,32	2,74	15,8	19,6	19,2	16,4	15,5
Écart type 6ème - 5ème	0,6	1,28	2,64	3,68	3,95	3,95	0,76	1,19	1,98	1,45	1,24	2,06	22	24,2	20,1	11,6	6,5

GERIP	Empan	Baleine	Empan	Lecture silencieuse	Pourcentage d'erreur	Erreurs visuelles	Erreurs phonologiques	Temps de latence
Écart type Total	0,79	Écart type Total	1,68	Écart type Total	14,18	40	40	1792,25
Écart type CM1 - CM2	0,77	Écart type CM1 - CM2	1,23	Écart type CM1 - CM2	12,36	42,37	37,61	1389,57
Écart type 6ème - 5ème	0,82	Écart type 6ème - 5ème	2,01	Écart type 6ème - 5ème	15,41	27,74	43,85	2228,12

LVH	Mots régulier s	Temp s de latenc e	Mots irrégulier s	Temp s de latenc e	Mots irrégulier s courts	Temp s de latenc e	Mots irrégulier s longs	Temp s de latenc e	Pseudo -mots	Temp s de latenc e	Pseudo -mots courts	Temp s de latenc e	Pseudo -mots longs	Temp s de latenc e
Écart type Total	17,36	200,4 4	20,94	422,0 4	17,15	282,4 2	26,3	537,8 3	21,24	317,7 3	24,4	347,6 5	26,65	324,7
Écart type CM1 - CM2	12,43	213,7	17,21	372,0 5	14,47	336,2 2	17,92	608,5	14,81	342,4 6	27,89	411	24,4	292,3 7
Écart type 6ème - 5ème	22,3	158,2 5	25,27	467,9 5	20,19	200,2 5	31,4	447,6 4	25,77	223,8 3	20,63	249,6	29,4	368,6

Annexe IV : Médiane, quartiles et intervalle de confiance (total, CM1 – CM2, 6^{ème} – 5^{ème})

MEDIANE									
	Alouette	Fusion temps	Fusion +	Segmentation temps	Segmentation +	EVALEC Suppression syllabique	Temps	Suppression CVC	Temps
Médiane Totale	/	120,5	4	123,5	3	10	44,105	8,33	35,39
Médiane CM1 - CM2	/	120	4	119	3	10	45,47	8,33	36,57
Médiane 6 ^{ème} - 5 ^{ème}	/	143	5	138	3	0	42,9	0	29,54

Suppression CCV	Temps	MCT empan	Items +	Syllabes +	Temps	DSR couleur	Temps	DSR noms écrits	Temps	SIGL temps	Local TR
33,33	45,795	4	14	53,5	90,265	1,5	44,5	1	29,5	1125	-9,24
41,67	51,91	4	14	54	96,03	3	47	1	34	1134	-6,26
16,67	45	4	13	53	83,7	1	43	1	29	1084	-12,22

Global TR	Asymétrie TR	Local TE	Global TE	Asymétrie TE	EVADYS report global	Report global P1	Report global P2	Report global P3	Report global P4	Report global P5	EVADYS report partiel
34,495	-11,03	-0,03	-0,025	-0,01	3,725	19	18	16	12	10	3,96
8,38	-7,94	-0,03	-0,05	0	3,6	19	18	15	10	10	3,9
59,38	-43,08	-0,03	-0,01	-0,03	4	19	19	18	13	10	4,5

Report partiel P1	Report partiel P2	Report partiel P3	Report partiel P4	Report partiel P5	EVADYS 33ms	50ms	67ms	84ms	101ms	GERIP	Baleine
10	8	8	8	8	20	50	70	90	100	4	3,295
9	9	8	7	8	20	50	70	90	90	4	3,08
10	8	9	8	7	20	50	80	90	100	4	3,82

EVALEC lecture de mots	Temps +	Mots réguliers	Temps	Mots irréguliers	Temps	Pseudo-mots	Temps	Mots irréguliers courts	Temps	Mots irréguliers longs	Temps
14,585	918,5	9,72	882	25	977,5	51,39	1267	40	1090,5	55	1145,5
16,67	1004	13,89	992	33,33	1045	52,78	1282	50	1109	60	1114
10,42	833	8,33	842	16,67	886	33,33	1219,5	40	1072	50	1177

Pseudo-mots courts	Temps	Pseudo-mots longs	Temps	Lecture silencieuse	Erreurs visuelles	Erreurs phonologiques	Temps
20	1163	85	1433,33	11,11	0	0	3490
20	1270	90	1425	11,11	50	0	3729
20	1113	70	1486,1	0	0	0	2789

QUARTILE									
		Fusion temps	Fusion +	Segmentation temps	Segmentation +	EVALEC Suppression syllabique	Temps	Suppression CVC	Temps
Quartile Total	Alouette	/	/	/	/	/	/	/	/
Quartile 1	/	112,5	3	90,5	1	0	40,4225	0	26,925
Quartile 2	/	120,5	4	123,5	3	10	44,105	8,33	35,39
Quartile 3	/	147	7	166,5	5,25	20	58,1775	8,33	47,73
Quartile 4	/	292	10	290	10	50	95,59	25	66,78
Quartile CM1 - CM2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Quartile 1'	/	113,5	4	94	1	10	41,17	0	28,01
Quartile 2'	/	120	4	119	3	10	45,47	8,33	36,57
Quartile 3'	/	133	7	149	4,5	20	59,915	8,33	45,035
Quartile 4'	/	164	10	290	8	50	94,33	16,67	54,02
Quartile 6ème - 5ème	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Quartile 1"	/	85	1	60	0	0	26,93	0	23,7
Quartile 2"	/	143	5	138	3	0	42,9	0	29,54
Quartile 3"	/	178	7	169	6	20	48	8,33	54,24
Quartile 4"	/	292	9	230	10	40	95,59	25	66,78

INTERVALLE CONFIANCE									
		Fusion temps	Fusion +	Segmentation temps	Segmentation +	EVALEC Suppression syllabique	Temps	Suppression CVC	Temps
I.C Total borne inférieure	Alouette	119,17	4,13	112,64	2,32	7,40	43,28	3,64	33,25
I.C Total borne supérieure	/	151,62	5,95	152,07	4,46	17,60	55,39	8,86	42,78
I.C CM1 - CM2 borne inférieure	/	113,62	3,98	101,68	1,69	7,09	45,06	3,81	32,46
I.C CM1 - CM2 borne supérieure	/	131,71	6,16	157,78	4,18	19,58	60,48	9,52	42,88
I.C 6ème - 5ème borne inférieure	/	117,88	3,45	106,76	2,11	2,99	35,98	1,10	29,85
I.C 6ème - 5ème borne supérieure	/	182,27	6,55	164,01	5,73	20,09	54,77	10,44	46,98

Suppression CCV	Temps	MCT empan	Items +	Syllabes +	Temps	DSR couleur	Temps	DSR noms de couleur écrits	Temps	SIGL temps	Local TR
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16,67	39,7425	4	12	46,5	81,5725	1	36,75	0	27	1021,75	-53,115
33,33	45,795	4	14	53,5	90,265	1,5	44,5	1	29,5	1125	-9,24
43,7525	54,1425	5	15,25	60,25	97,7275	3	52	1,25	35,75	1270	43,4125
91,67	78,22	6	21	90	116,1	9	103	6	57	1856	149,98
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
25	44,19	4	12	49	83,81	1	37	0	27,5	1012	-93,955
41,67	51,91	4	14	54	96,03	3	47	1	34	1134	-6,26
54,165	54,155	5	14,5	57	100,15	6	54	1,5	39	1257	44,235
83,33	73,27	5	18	75	101,66	9	103	6	57	1856	142,67
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0	25,14	3	9	33	68,72	0	35	0	24	912	-90,3
16,67	45	4	13	53	83,7	1	43	1	29	1084	-12,22
33,33	52,06	5	17	67	96,02	2	46	1	30	1351	31,41
91,67	78,22	6	21	90	116,1	6	53	2	56	1489	149,98

Suppression CCV	Temps	MCT empan	Items +	Syllabes +	Temps	DSR couleur	Temps	DSR noms de couleur écrits	Temps	SIGL temps	Local TR
25,02	43,69	3,92	12,85	50,07	85,77	1,52	41,18	0,55	29,59	1104,56	-35,63
44,62	53,88	4,51	14,93	60,29	94,11	3,33	53,82	1,59	36,91	1267,22	28,29
28,02	45,25	3,86	12,88	50,58	86,87	1,89	40,63	0,44	30,32	1064,89	-62,80
53,09	57,50	4,54	14,86	60,22	96,43	4,64	62,97	2,22	41,28	1322,98	32,20
13,12	37,44	3,73	11,94	45,16	80,81	0,53	39,23	0,32	25,91	1078,70	-32,74
43,29	54,15	4,73	15,90	64,69	95,12	2,39	45,85	1,22	34,70	1274,53	52,22

Global TR	Asymétrie TR	Local TE	Global TE	Asymétrie TE	EVADYS report global	Report global P1	Report global P2	Report global P3	Report global P4	Report global P5	EVADYS report partiel
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
-24,945	-94,89	-0,0825	-0,08	-0,045	3,075	17	17	13	7	7,75	3,5
34,495	-11,03	-0,03	-0,025	-0,01	3,725	19	18	16	12	10	3,96
66,055	72,8425	0	0	0,015	4,13	20	19	18	13,25	14	4,5
131,02	112,96	0,12	0,03	0,24	4,6	20	20	20	18	18	5,6
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
-33,03	-83,36	-0,08	-0,095	-0,025	3,05	17	16,5	13	6,5	8	3,35
8,38	-7,94	-0,03	-0,05	0	3,6	19	18	15	10	10	3,9
56,415	69,44	0	-0,03	0,035	3,875	19,5	19	16	12	13,5	4,35
111	112,96	0,12	0,03	0,24	4,6	20	20	18	18	16	4,7
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
-136,78	-176,48	-0,19	-0,08	-0,21	2,75	16	10	8	4	6	3,08
59,38	-43,08	-0,03	-0,01	-0,03	4	19	19	18	13	10	4,5
77,48	88,73	0	0	-0,01	4,2	20	20	19	14	14	4,6
131,02	112,96	0,06	0,02	0,09	4,5	20	20	20	16	18	5,6

Global TR	Asymétrie TR	Local TE	Global TE	Asymétrie TE	EVADYS report global	Report global P1	Report global P2	Report global P3	Report global P4	Report global P5	EVADYS report partiel
-5,63	-61,27	-0,08	-0,05	-0,05	3,41	17,97	16,50	14,20	9,13	9,20	3,66
47,23	12,31	-0,01	-0,02	0,02	3,87	19,03	18,58	16,73	12,23	12,01	4,29
-27,04	-77,42	-0,09	-0,08	-0,04	3,19	17,43	15,52	12,95	7,72	8,61	3,28
44,98	28,87	0,01	-0,03	0,07	3,82	18,97	18,48	15,85	12,14	12,45	4,14
-4,63	-77,22	-0,09	-0,03	-0,08	3,48	18,15	16,72	14,69	9,39	8,55	3,86
73,54	27,79	-0,01	0,00	0,00	4,12	19,54	19,59	18,69	13,69	12,84	4,68

Report partiel P1	Report partiel P2	Report partiel P3	Report partiel P4	Report partiel P5	EVADYS 33ms	50ms	67ms	84ms	101ms	GERIP	Baleine
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	7	8	6,75	6,75	17,5	40	57,5	80	90	3	2,3325
10	8	8	8	8	20	50	70	90	100	4	3,295
10	9	9	8	9	40	70	80	100	100	4	4,83
10	10	10	10	10	70	90	100	100	100	5	8,37
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7,5	7	7,5	5,5	6	15	40	55	75	85	3	2,325
9	9	8	7	8	20	50	70	90	90	4	3,08
10	9	9	8	9	35	65	75	95	100	4	4,15
10	10	9	9	10	50	80	90	100	100	5	5,88
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	4	5	5	2	0	20	50	70	80	2	1,6
10	8	9	8	7	20	50	80	90	100	4	3,82
10	9	10	8	9	50	80	100	100	100	4	5,1
10	10	10	10	10	70	90	100	100	100	5	8,37

Report partiel P1	Report partiel P2	Report partiel P3	Report partiel P4	Report partiel P5	EVADYS 33ms	50ms	67ms	84ms	101ms	GERIP	Baleine
7,77	6,91	7,66	6,42	6,43	18,05	46,26	62,39	81,82	87,48	3,60	3,15
9,51	8,45	8,69	7,87	8,21	31,95	62,31	77,61	92,46	96,80	4,18	4,39
6,53	6,61	7,21	5,42	5,88	14,67	41,42	53,64	76,36	80,81	3,41	2,71
9,47	8,86	8,53	7,78	8,65	30,66	61,25	73,02	92,97	96,52	4,19	3,96
8,74	6,54	7,75	7,10	6,26	15,71	44,53	66,79	83,72	92,62	3,56	3,17
10,03	8,69	9,33	8,44	8,51	39,67	70,85	88,60	96,28	99,69	4,44	5,36

EVALEC lecture de mots	Temps +	Mots réguliers	Temps	Mots irréguliers	Temps	Pseudo- mots	Temps	Mots irréguliers courts	Temps	Mots irréguliers longs	Temps
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6,25	829,75	4,865	822	8,33	881	33,33	1143	30	988,75	37,5	968
14,585	918,5	9,72	882	25	977,5	51,39	1267	40	1090,5	55	1145,5
25,52	1072	22,22	1062	41,67	1113,25	56,9475	1507,75	50	1160	70	1484,25
87,5	1535	86,11	1522	91,67	2491	100	1994	90	2239	100	3175
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8,335	870	4,17	849	16,67	968	44,44	1220	40	1013	50	1034
16,67	1004	13,89	992	33,33	1045	52,78	1282	50	1109	60	1114
27,08	1139	22,22	1073	41,67	1389	55,56	1860	50	1161,5	70	1494
47,92	1535	47,22	1522	58,33	2073	86,11	1994	70	2239	100	3175
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2,08	684	0	684	0	686	11,11	921	10	725	0	769
10,42	833	8,33	842	16,67	886	33,33	1219,5	40	1072	50	1177
22,92	925	13,89	899	33,33	961	61,11	1394	50	1155	60	1292
87,5	1479	86,11	1278	91,67	2491	100	1603	90	1430	100	2526

EVALEC lecture de mots	Temps +	Mots réguliers	Temps	Mots irréguliers	Temps	Pseudo- mots	Temps	Mots irréguliers courts	Temps	Mots irréguliers longs	Temps
11,64	901,35	8,45	880,19	20,22	965,18	40,45	1242,83	35,08	1029,14	42,40	1117,68
24,67	1074,01	21,31	1028,67	35,73	1277,82	56,18	1478,20	47,78	1238,36	61,88	1516,10
11,61	940,69	8,15	913,25	20,18	1020,05	46,77	1309,43	36,01	1016,32	51,60	1091,78
24,50	1181,31	20,73	1129,55	37,60	1396,62	61,75	1656,04	50,66	1356,61	69,73	1707,65
6,04	791,91	3,26	791,13	13,19	766,93	27,44	1097,83	28,25	964,07	25,24	978,00
30,50	1014,24	27,50	963,18	40,66	1275,68	55,46	1341,17	50,21	1181,78	59,38	1464,67

Pseudo-mots courts	Temps	Pseudo-mots longs	Temps	Lecture silencieuse	Erreurs visuelles	Erreurs phonologiques	Temps
/	/	/	/	/	/	/	/
10	1092,25	57,5	1182,5	0	0	0	2480,25
20	1163	85	1433,33	11,11	0	0	3490
40	1406	90	1544,5	13,8875	50	50	4449,5
90	2597	100	2419	55,56	100	100	8914
/	/	/	/	/	/	/	/
10	1123,5	65	1264,5	5,555	0	0	2585,5
20	1270	90	1425	11,11	50	0	3729
35	1499	90	1481,665	22,22	85	50	4502
90	2597	100	2324	33,33	100	100	6655
/	/	/	/	/	/	/	/
0	846	20	1061	0	0	0	1709
20	1113	70	1486,1	0	0	0	2789
40	1270	90	1670	11,11	0	0	3986
70	1791	100	2419	55,56	100	100	8914

Pseudo-mots courts	Temps	Pseudo-mots longs	Temps	Lecture silencieuse	Erreurs visuelles	Erreurs phonologiques	Temps
18,82	1156,84	62,99	1337,57	5,86	11,97	11,97	3006,44
36,89	1414,38	82,73	1578,10	16,36	41,60	41,60	4334,13
15,22	1145,94	64,32	1285,37	8,56	21,89	10,97	2905,93
43,45	1561,92	89,01	1581,29	21,07	64,78	49,03	4312,34
14,94	1071,09	52,48	1285,73	-1,54	-7,38	-0,76	2529,65
37,37	1342,45	84,44	1686,47	15,21	22,77	46,92	4952,05

Niveau de confiance	90%	Alpha	5%
Côte Z	1,64		
Marge d'erreur TOTALE pour l'estimation de la moyenne d'une population	13,61		
Marge d'erreur CM1 - CM2 pour l'estimation de la moyenne d'une population	7,59		
Marge d'erreur 6ème - 5ème pour l'estimation de la moyenne d'une population	27,02		

Total de l'échantillon	28
Total de l'échantillon CM1 - CM2	15
Total de l'échantillon 6ème - 5ème	13

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Modèle à double voie, Coltheart 1978.....	12
Figure 2 : Modèle DRC (Dual Route Cascade) de Coltheart et al., 2001	12
Figure 3 : Représentation schématique du modèle ACV98, 1998	15
Figure 4 : Hypothèse des différents traitements permettant l'acquisition d'une connaissance lexicale orthographique nouvelle par auto-apprentissage, Bosse 2005.....	17
Figure 5 : Structure hiérarchique de la syllabe, Seymour, 1999	19
Figure 6 : Représentation schématique des différentes composantes de la mémoire phonologique et de leurs interrelations, Nithart 2008.....	22
Figure 7 : Évaluation du phonème, d’Emmanuelle Metral.	48
Figure 8 : SIGL, Bedoin & Medina	50
Figure 9 : EVADYS, Valdois.....	51
Figure 10 : GERIP - La fenêtre attentionnelle, Basset-Reyne, Metral & Pinazo.....	52

EVALUATION DES TROUBLES COGNITIFS PHONOLOGIQUES ET VISUO-ATTENTIONNEL SOUS-JACENTS DANS LES TROUBLES SPECIFIQUES D'APPRENTISSAGE DU LANGAGE ECRIT

133 pages, 143 références bibliographiques

Mémoire d'orthophonie – UNS / Faculté de Médecine - Nice - Juin 2016

RESUME

Encore aujourd'hui, la classification des dyslexies développementales est un sujet très vivement discuté. Bien que l'existence d'un trouble phonologique reste la cause principale du trouble de la lecture, le point de vue pluraliste considère l'existence d'un trouble cognitif visuo-attentionnel sous-jacent indépendant du trouble phonologique. Ce trouble visuo-attentionnel se manifesterait par une réduction de l'empan visuo-attentionnel ainsi que de la fenêtre attentionnelle. Il serait également sous-tendu par un défaut d'impact de l'interférence issue des niveaux local et global de la scène visuelle. L'objectif de ce travail est d'évaluer les processus cognitifs phonologiques et visuo-attentionnels sous-jacents dans les troubles spécifiques d'apprentissage du langage écrit, et plus spécifiquement chez les sujets dyslexiques. Nous nous interrogeons dans ce travail sur l'instabilité de la relation entre troubles cognitifs sous-jacents et procédures de lecture, soulignant l'importance de l'origine cognitive du trouble d'identification du mot écrit afin d'adapter la prise en charge. L'analyse des données récoltées dans la partie pratique met en exergue le fait que les tests des procédures de lecture ne permettent pas de subodorer les processus cognitifs sous-jacents efficaces ou défaillants. Dans les procédures de lecture, l'importante saturation en erreurs empêche l'identification fine et précise d'un trouble sous-jacent. Des épreuves spécifiques doivent donc être proposées dans les évaluations cliniques du langage écrit pour évaluer la nature des déficits cognitifs associés (Valdois, 2014).

Today, the classification of developmental dyslexia is still a highly debated topic. Although the existence of a phonological disorder remains the prevailing cause of reading disorder, the pluralist point of view considers that the existence of a visual and attentional cognitive impairment is independent of the underlying phonological disorder. This visual and attentional disorder would be manifested by a reduction in visual and attentional span and attentional window. It would also be subtended by a failing impact of the interference coming from the local and global levels of the visual scene. The goal of this study, is to evaluate the phonological and visual attentional cognitive processes underlying in the specific learning written language disorders, more specifically in dyslexic subjects. In this investigation, we question about the unstable relationship between cognitive impairment and reading underlying procedures, insisting on the importance of the cognitive origin of the written word identification disorder to adapt the treatment. The analysis of data collected in the practical part highlights the fact that the tests of reading procedures don't allow to predict if the cognitive processes underlying are efficient or failed. In reading procedures, significant errors in saturation blocks prevent from an accurate identification of an underlying disorder. Specific tests should be offered in the clinical evaluation of written language to assess the nature of the cognitive deficits associated.

MOTS-CLES

Dyslexie – Lecture – Évaluation – Expérimentation – Trouble phonologique – Trouble visuo-attentionnel

Directeur DE MEMOIRE : Karine ESKINAZI

CO-Directeurs DE MEMOIRE : Bruno DE CARA & Franck MEDINA