

# Université de Nantes

---

Unité de Formation et de Recherche – « Médecine et Techniques Médicales »

Année Universitaire 2015/2016

## Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Capacité d'Orthophoniste

Présenté par

**Alexandra ADDE** (03/03/1992)

**Sophie MEYRAN** (09/02/1989)

**Lire sur écran : les impacts de la police de caractères chez  
des enfants en difficulté de lecture**

*Présidente du Jury* : Madame MARTINAGE Valérie, Orthophoniste

*Directrice du mémoire* : Madame GABRIEL Patricia, Orthophoniste

*Membre du Jury* : Madame CHAPPEY Nathalie, Orthophoniste

«Par délibération du Conseil en date du 7 Mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation».

## **REMERCIEMENTS**

Nous tenions à remercier chaleureusement Patricia GABRIEL, notre directrice de mémoire, pour nous avoir accompagnées dans la mise en oeuvre de ce mémoire, et pour ses conseils éclairés lors de la rédaction.

Nous remercions également Valérie MARTINAGE et Nathalie CHAPPEY, qui ont eu la gentillesse d'accepter de participer à notre jury de soutenance. Merci pour leur regard sur notre travail, leur enthousiasme et leurs réflexions qui nous ont fait avancer.

Un grand merci à Nadège VERRIER et à Jean-Michel GALHARRET pour leur disponibilité et leur soutien du point de vue méthodologique et statistique.

Merci à Nathalie CHAPPEY, Mathilde DE PIEPAPPE, Vanessa LOMENECH, Emilie LE REZIO et Corinne ROUX, nos maîtres de stage, pour leur accueil, leur confiance et leur intérêt pour notre travail.

Merci aux enfants qui ont participé à cette étude ainsi qu'à leurs parents.

Enfin, merci aux membres de nos familles pour leur soutien et leur patience tout au long de cette année.

# SOMMAIRE

## Sommaire

REMERCIEMENTS .....	3
SOMMAIRE.....	4
INTRODUCTION.....	9
PARTIE THEORIQUE.....	11
1. L'activité de lecture.....	11
1.1 Qu'est-ce que lire ? .....	11
1.1.1 Définition .....	11
1.1.2 Lecture et cognition .....	11
1.1.3 Les différentes lectures.....	12
1.2 Les enjeux de la lecture.....	13
1.2.1 Intérêts pour le lecteur .....	13
1.2.2 Des pratiques inégales .....	13
1.2.3 Une activité qui évolue .....	14
1.3 Les principaux modèles de lecture.....	14
1.3.1 Le modèle connexionniste .....	14
1.3.2 Le modèle de lecture par analogie.....	15
1.3.3 Le modèle de lecture à double voie.....	16
1.4 L'influence des mécanismes oculomoteurs et visuo-attentionnels.....	17
1.4.1 Le traitement visuo-attentionnel élémentaire .....	17
1.4.2 Orientation spatiale et attention .....	18
2. Les dyslexies.....	19
2.1 Définition.....	19
2.1.1 Définitions officielles.....	19
2.1.2 Les types de dyslexie.....	19
2.1.3 Autre classification.....	20
2.2 Les étiologies et hypothèses explicatives .....	21
2.2.1 Avant-propos .....	21
2.2.2 Hypothèse environnementale, sociale et culturelle .....	23
2.2.3 Des troubles cognitifs.....	23
2.2.3.1 Hypothèse phonologique.....	23

2.2.3.2 Hypothèse visuelle .....	25
2.2.4 Hypothèse cognitive .....	27
2.2.5 Hypothèse génétique.....	28
2.3 La composante visuelle et ses manifestations dans la dyslexie.....	29
2.3.1 L'œil et la lecture .....	29
2.3.2 Manifestations dans la dyslexie .....	30
2.4 Les traitements actuels.....	31
2.4.1 Prise en charge en orthophonie.....	31
2.4.2 Orthophonie et nouvelles technologies.....	32
3. La lecture numérique .....	33
3.1 Écran vs papier .....	33
3.1.1 Le livre numérique .....	33
3.1.2 Le livre papier.....	33
3.1.3 Des supports complémentaires .....	34
3.2 Les changements induits par la lecture numérique.....	35
3.2.1 Une nouvelle manière de lire.....	35
3.2.2 Les avantages .....	35
3.2.3 Les inconvénients.....	37
3.3 La typographie et la mise en page .....	38
3.3.1 Naissance de la typographie .....	38
3.3.2 Importance de la mise en page des caractères .....	39
3.3.2 Recommandations pour la mise en page numérique .....	40
3.4 Des enrichissements apportés pour plus d'accessibilité .....	41
3.4.1 L'accessibilité, un besoin grandissant .....	41
3.4.2 Handicap et lecture.....	42
3.4.3 Applications, logiciels et supports existants .....	43
4. Lecture sur écran et dyslexie. ....	44
4.1 Les adaptations numériques pour dyslexiques.....	44
4.1.1 Ce qui existe .....	44
4.1.2 Les points positifs.....	45
4.1.3 Les points négatifs .....	46
4.2 L'importance du choix de la police de caractères.....	47
4.2.1 Bien choisir sa police de caractères .....	47
4.2.2 Les apports de la police de caractères.....	48

4.2.3 Les préférences des personnes dyslexiques .....	49
4.3 Les polices numériques existantes.....	49
4.3.1 Naissance des polices numériques .....	49
4.3.2 Classifications et explications .....	50
4.3.2 Des polices spécialement conçues.....	52
4.4 Les études sur le sujet.....	54
4.4.1 Débat permanent entre les polices serif et sans serif .....	54
4.4.2 Effets des polices spécialement conçues.....	55
4.4.3 Vers une police plus adaptée.....	56
MÉTHODE.....	59
1. Participants .....	59
1.1 Caractéristiques de l'échantillon.....	59
1.2 Sélection des participants .....	59
1.2.1 Critères d'inclusion et d'exclusion .....	59
1.2.2 Consentement des familles et remise du matériel .....	61
1.2.3 Modalités supplémentaires .....	61
2. Matériel.....	62
2.1 Choix des outils de mesure .....	62
2.1.1 Les mesures objectives .....	62
2.1.2 Les mesures subjectives.....	63
2.1.3 Le choix des polices.....	64
2.2 Construction du matériel .....	66
2.2.1 La démarche et ses avantages .....	66
2.2.2 La mise en page adaptée .....	67
2.2.3 Les inconvénients.....	68
3. Procédure.....	69
3.1 Le protocole .....	69
3.1.1 La démarche.....	69
3.1.2 Les variables.....	70
3.2 Contrôle des variables.....	71
3.2.1 Influence de l'échantillon.....	71
3.2.2 Influence de la situation de test .....	72
3.2.3 Influence du matériel.....	72
3.3 Mise en œuvre .....	73

3.3.1 Premier contact.....	73
3.3.2 Première rencontre.....	73
3.3.3 Modalités de passation .....	73
RÉSULTATS .....	75
1. Présentation des résultats .....	75
1.1 Influence de l'entraînement sur la vitesse de lecture .....	75
1.1.1 Analyse qualitative.....	75
1.1.2 Données chiffrées .....	78
1.2 Influence de l'entraînement sur le nombre d'erreurs .....	79
1.2.1 Analyse qualitative.....	79
1.2.2 Données chiffrées .....	81
1.3 Influence de l'entraînement sur le plaisir de lire .....	84
2. Analyse des réponses aux questionnaires .....	86
2.1 Le questionnaire pré-test.....	86
2.1.1 Analyse quantitative .....	86
2.1.2 Analyse qualitative.....	88
2.2 Le questionnaire post-test .....	90
2.2.1 Analyse quantitative .....	90
2.2.2 Analyse qualitative.....	92
3. Analyse des résultats procurés par EVADYS .....	94
3.1 Résultats quantitatifs concernant le trouble de l'empan visuo-attentionnel .....	94
3.1.1 Rappels.....	94
3.1.2 Données chiffrées .....	95
3.2 Analyse qualitative.....	97
DISCUSSION.....	98
1. Synthèse des résultats .....	98
1.1 Vitesse de lecture.....	98
1.2 Erreurs d'oralisation.....	98
1.3 Plaisir de lire : comportements, ressentis.....	99
1.4 Corrélations entre les résultats et l'origine du trouble en lecture .....	100
2. Limites et perspectives .....	101
2.1 Difficultés rencontrées.....	101
2.2 Questionnements.....	102
2.3 Recherches complémentaires.....	104

CONCLUSION.....	106
BIBLIOGRAPHIE .....	108
ANNEXES .....	113
RÉSUMÉ.....	143

# INTRODUCTION

L'acquisition de la lecture est une tâche complexe qui implique l'individu et son environnement. En effet, savoir lire relève d'un apprentissage de longue haleine qui dépend à la fois des capacités cognitives, affectives et sociales de l'apprenant. Aussi, quand les mécanismes d'identification et de compréhension font défaut et que la lecture n'est pas automatisée, des troubles apparaissent tels que la dyslexie ou la dysorthographe. Source de souffrance et d'échec, la dyslexie est un trouble durable de l'apprentissage de la lecture qui touche 5 à 8 % des enfants en France (Habib et Rey, 2000). D'après Cheminal et Brun (2002), elle concerne plus les garçons que les filles. La dyslexie est souvent méconnue et contestée, tant au niveau de sa définition que de ses étiologies. C'est pourquoi, on parle aujourd'hui «des dyslexies». Fréquemment accompagnée de difficultés au niveau de l'orthographe, la dyslexie est un trouble multiple qui peut coexister avec d'autres pathologies cognitives telles que la dyspraxie, la dysgraphie ou les troubles de l'attention (Cheminal et Brun, 2002). Elle ne relève pas de difficultés secondaires ou de retard simple de lecture. Aussi, les origines de la dyslexie sont neurobiologiques, avec une base phonologique dans la reconnaissance et le décodage de mots écrits (Lyon, Shaywitz et Shaywitz, cités dans Sprenger-Charolles et Colé, 2003). De plus, depuis les années 1960, une discordance significative d'au moins deux ans entre les performances scolaires et l'âge de l'enfant est reconnue, ceci malgré une intelligence normale et l'absence d'autres facteurs explicatifs (Van Hout et Estienne, 2001). Toujours plus variable, la dyslexie tend aujourd'hui à évoluer avec son temps, en lien avec de nouvelles compétences et habitudes de lecture.

De nos jours, les progrès de la technologie ont permis l'avènement de la lecture numérique. Malgré les innovations et les adaptations permanentes des sites internet et des supports électroniques, lire sur écran reste difficile pour de nombreux utilisateurs, enfants comme adultes. A l'heure actuelle, rendre la lecture numérique accessible au plus grand nombre devient un enjeu important. C'est pourquoi, plusieurs études se sont penchées sur l'enrichissement de la présentation du texte et de la typographie, notamment pour les jeunes lecteurs en difficulté. En effet, malgré les recommandations officielles, l'accès à la lecture numérique reste inégal et peu adapté aux difficultés visuelles et perceptives des utilisateurs. Même si on sait que la police de caractères influence leur manière de lire (Ling et Van Schaik, 2006), peu d'études ont analysé ses impacts sur la précision et la vitesse de lecture. Finalement, les polices serif, sans serif et spécialement conçues pour dyslexiques font

éternellement débat, tandis que la question du choix de la police de texte en fonction de l'origine des troubles de lecture reste nulle. C'est pourquoi, il est intéressant de déterminer la police d'écriture idéale pour les enfants en difficultés de lecture ou diagnostiqués dyslexiques, ceci en fonction des étiologies et des manifestations cliniques de chacun.

L'objectif de ce mémoire est de montrer les effets de la police de caractères numérique sur la vitesse, les erreurs d'oralisation et le plaisir de lire des enfants présentant des difficultés de lecture, tout en déterminant la police la plus pertinente selon l'origine des troubles. Pour cela, l'étude explique dans un premier temps l'activité de lecture et ses mécanismes. Dans un deuxième temps, elle rappelle les différentes définitions, étiologies et rééducations des dyslexies. Dans un troisième temps, l'étude traite de la lecture sur écran en mettant en avant les avantages et les inconvénients de cette nouvelle activité. Dans un quatrième temps, le lien entre lecture sur écran, dyslexie et police de texte est abordé. Pour finir, grâce à une expérimentation sur des enfants en difficulté de lecture, les impacts de la police de texte sur la vitesse de lecture, le nombre d'erreurs d'oralisation et le plaisir de lire sont analysés dans la partie méthodologique.

# **PARTIE THEORIQUE**

## **1. L'activité de lecture**

### 1.1 Qu'est-ce que lire ?

#### 1.1.1 Définition

La lecture provient de l'écriture et de la nécessité de se transmettre des informations porteuses de sens. D'après Wolf (2014, citée par Mazenauer, 2014) « l'homme n'était pas destiné à lire ». Ce n'est pas une activité innée, c'est un fait culturel. En effet, la lecture s'apprend et se transmet depuis des générations. Lire permet de développer des fonctions cognitives, d'accéder à de nouvelles connaissances, de pérenniser un discours mais aussi de se divertir. Il s'agit « d'un processus langagier déclenché par la perception du stimulus visuel » (Sprenger-Charolles et Colé, 2013, p7). Ainsi, la lecture est une opération cognitive consistant à analyser un message écrit grâce à des lettres, des mots et des phrases, pour accéder à une signification (Bonnelle, 2002). Elle n'est rendue possible que grâce à la maîtrise du code alphabétique d'une langue donnée. Schématiquement, la lecture se décompose en trois étapes: le traitement perceptif, l'identification des mots écrits et la compréhension (Sprenger-Charolles et Colé, 2013, p7). D'après l'Education Nationale (2002, citée par Bélisle, 2004), lire c'est avant tout reconnaître des graphèmes et comprendre le sens des mots écrits dans un contexte verbal et non-verbal, selon les situations et les supports de lecture. Mais lire, c'est aussi s'engager personnellement, avoir une intention et vouloir participer à une expérience. Comme le dit Poulet (1971, cité par Bélisle, 2004), « lire, c'est devenir, c'est-à-dire se mettre à participer mentalement (et même physiquement par l'activité mimétique) à la vie particulière du texte lui-même ». Finalement, la lecture demande un investissement du lecteur à la fois affectif et cognitif.

#### 1.1.2 Lecture et cognition

Lire exige l'exécution de plusieurs tâches cognitives en fonction d'un but défini. C'est une activité complexe que Mazenauer (2014) qualifie de fonctionnement neurobiologique spécifique. En effet, la lecture permet la construction de la pensée de celui qui lit, tout en respectant celle de l'auteur (Fayol et Gaonac'h, 2003). De plus, elle fait appel « aux connaissances conceptuelles et langagières du lecteur, qui à la fois permettent et limitent son interprétation ». Lire suppose ainsi une réflexion personnelle et un échange simultané de

savoirs. Pour Sprenger-Charolles & Colé (2006, cités par Delamare, 2012), les processus langagiers et cognitifs engagés dans la lecture sont «des opérations mentales traitant des structures linguistiques de taille différente qui vont d'unités qui n'ont pas de sens (les lettres en relation avec les sons, les correspondances graphèmes-phonèmes), à des unités signifiantes telles que les mots, les phrases ou les textes». De ce fait, chacun peut accéder au sens du texte de manière différente, en fonction de ses capacités cognitives, de ses interprétations et de ses objectifs de lecture.

### 1.1.3 Les différentes lectures

Selon Le Loarer (2002, cité par Bertrand-Gastaldy, 2002), il y a une grande «diversité des situations de lecture». En effet, il est possible de lire seul, à plusieurs, dans différents lieux et avec des objectifs variés. Certains lecteurs bouquinent à domicile, alors que d'autres lisent exclusivement au travail ou dans les transports en commun. La plupart d'entre eux y trouvent un moyen de rechercher des informations, d'apprendre ou de se relaxer (O'Hara, 1996, cité par Bertrand-Gastaldy, 2002). Ainsi, lire est une activité individuelle variable en temps, en quantité et en nombre de participants. Mais la lecture est aussi un geste social qui fait partie intégrante de nos vies. En effet, que l'on soit amateur de littérature classique, lecteur occasionnel de bandes dessinées ou simple liseur de journaux, nous vivons tous dans une société où l'écrit est omniprésent. Selon Filiole (1990), chacun a un rapport particulier avec la lecture. Lire peut être une activité habituelle ou familiale, sentimentale pour certains ou inévitable et même obligatoire au travail pour d'autres. Selon Ahr, Butel et Elalouf (2012), le plaisir de lire dépend du milieu socio-culturel, de l'accès à la lecture et de son usage régulier. Cela implique aussi l'intérêt et la disponibilité constante du lecteur. Pour accéder aux informations, le lecteur a besoin de se concentrer et de réfléchir tout en utilisant ses capacités cognitives et culturelles (Filiole, 1990). Bichsel (1983, cité par Mazenauer, 2014) souligne que deux types de lecture rivalisent : la lecture rapide, dite «executive reading» et la lecture profonde, dite «deep reading». Selon lui « l'Europe compte de très nombreux alphabètes, soit des personnes qui connaissent les lettres et savent épeler. Les lecteurs sont plus rares». En définitive, la lecture dépend du lecteur qui la pratique, tout en ayant des répercussions sur ce dernier.

## 1.2 Les enjeux de la lecture

### 1.2.1 Intérêts pour le lecteur

La lecture a plusieurs fonctions indéniables. Elle favorise notamment l'entrée dans les apprentissages, la stimulation de l'intellect et l'intégration sociale. Selon Chartier (1985, cité par Poulain, 1986), l'activité de lecture est «une pratique créative, inventive qui donne au texte des significations plurielles et mobiles». Aussi, lire implique un cheminement personnel. Dès l'école primaire, par l'apprentissage de la lecture, l'enfant accède au savoir, décode et enregistre des informations. Pour exprimer sa pensée et communiquer, il développe son attention et enrichit ses connaissances linguistiques. L'activité de lecture peut alors devenir un passe-temps, une échappatoire. Elle permet de s'évader et de prendre du plaisir tout en élargissant nos perceptions, nos pensées (Mazenauer, 2014). Grâce à elle, chacun découvre de nouveaux horizons, de nouveaux points de vue et s'enrichit culturellement. Pour les plus férus de lecture, lire devient même un aboutissement, une liberté. De plus, la lecture soutient l'écriture. Ce sont deux savoirs dépendants l'un de l'autre qui participent à la construction du lexique orthographique (Gallet, 2012). D'autre part, la lecture permet l'accès à la compréhension, en lien avec l'acquisition du stock lexical. Quand la reconnaissance des mots est automatique, l'apprenti lecteur ne se concentre plus sur le déchiffrement et accède au sens du texte. Malgré des pratiques différentes, la lecture reste cruciale et doit être accessible à tous. Ne pas savoir lire relève du handicap, de la privation et de la différence.

### 1.2.2 Des pratiques inégales

Selon Roche (cité par Poulain, 1986), lire fait partie de notre quotidien quel que soit notre niveau de lecture. Depuis le 18<sup>ème</sup> siècle, les villes en sont remplies, tant par les signalisations routières que par les publicités et les enseignes. En perpétuel mouvement, le livre «circule, il peut-être prêté, emprunté officieusement, donné, revendu, échangé, devenir l'objet d'une appropriation» (Roche, cité par Poulain, 1986). Or, l'accès à l'éducation et à l'apprentissage de la lecture reste largement inégal dans le monde encore aujourd'hui. Lire implique un enseignement continu, un coût et une implication de chacun. Ceci n'est pas toujours réalisable selon les pays et les classes sociales. De plus, le transfert du livre papier au livre numérique tend à creuser l'inégalité entre les individus. En effet, les nouveaux supports de lecture sont souvent plus onéreux à l'achat et nécessitent plus d'entretien (prise électrique pour la batterie, abonnement, réparation). Ils impliquent également de savoir maîtriser l'outil

informatique, ce qui n'est pas le cas de tous les milieux socio-culturels et de toutes les tranches d'âges. En effet, d'après Jouët et Pasquier (1999), l'appartenance à une classe sociale favorisée facilite souvent l'équipement informatique. Néanmoins, la lecture tend aujourd'hui à s'ouvrir à toutes les classes sociales grâce à l'école et aux nouvelles technologies.

### 1.2.3 Une activité qui évolue

Pendant longtemps, la lecture a été réservée à une élite et à l'aristocratie laïque avant de s'élargir aux autres populations. Elle a connu des changements notables tels que le passage de la lecture orale à la lecture silencieuse, puis de la lecture intensive de courts textes à la lecture extensive de textes profanes (Chartier, 1985, cité par Poulain, 1986). De nos jours, en pleine ère du numérique, la manière de lire et le contact avec les livres évoluent. L'exemple des bibliothèques le prouve. Bien qu'elles attirent peu les adolescents pour lire, elles sont de plus en plus fréquentées par cette même population pour consulter internet (Arh, Butel et Elalouf, 2012). De plus, on remarque un changement dans la représentation même du livre par les lecteurs d'aujourd'hui. Peu à peu le livre n'est plus considéré comme un objet scolaire mais comme un média utile et culturel. Il est de plus en plus acheté par les jeunes pour une utilisation unique, c'est le cas des magazines. Par ailleurs, avec la lecture numérique, le livre connaît désormais une autre dimension où le lecteur est impliqué. Le texte n'est plus proposé par le support papier mais composé par le lecteur qui trie les informations qu'il juge pertinentes (Maujer, Poliak, Pudal, 1995, cités par Belisle, 2004). En effet, l'utilisation devient plus personnalisée et à l'initiative de l'utilisateur. Les médias permettent alors de télécharger à l'infini et d'accéder à de nombreux livres. Internet devient la plus grande bibliothèque mondiale et les œuvres littéraires sont acquises plus rapidement, bien que temporairement. Elles ne sont plus définitives mais évolutives. De nouveaux usages voient donc le jour avec le livre numérique. Finalement, les stratégies de lecture et les compétences requises se trouvent transformées.

## 1.3 Les principaux modèles de lecture

### 1.3.1 Le modèle connexionniste

Les différents modèles de lecture servent à spécifier les mécanismes de lecture et de son apprentissage. Il existe plusieurs modèles rendant compte des processus impliqués dans

l'identification de mots écrits. Le premier modèle est dit connexionniste. La lecture dépend de l'organisation de réseaux de connexion suite à l'exposition répétée de liens entre évènements orthographiques et phonologiques (Seidenberg et MacClelland, 1989). Selfridge, (cité par Dehaene, 2007), imagine un lexique mental au sein duquel coexisteraient des petits démons représentant chacun un mot de la langue. Lorsque l'œil est stimulé lors de la lecture, les démons pensant avoir reconnu le mot se mettent à crier. Le démon ayant le plus d'arguments transmet l'information au cerveau et le mot est alors reconnu. Cette métaphore permet de cibler les principales idées concernant le fonctionnement de la lecture :

- il y a un traitement parallèle : les mots ne sont pas traités les uns après les autres mais simultanément, ce qui permet un gain de temps considérable quand le lexique orthographique du sujet est important.
- le fonctionnement est simple: une unité de travail accomplit une action élémentaire (reconnaissance de mots, de lettres ou simplement de traits)
- l'idée de compétition et de robustesse: un mot mal orthographié peut être reconnu car une unité de travail le définit comme étant un mot correct.

Ainsi, dans ce système, la représentation orthographique du mot est distribuée sur un ensemble d'unités et chaque unité est impliquée dans la description d'un grand nombre de mots.

### 1.3.2 Le modèle de lecture par analogie

Selon ce modèle de Goswami et Bryant (1990, cités Sprenger-Charolles et Colé, 2013), la prononciation d'une suite de lettres implique le recours à des informations stockées dans un système lexical. Lorsqu'une suite de lettres forme un mot, elle possède une représentation orthographique associée à une représentation phonologique. L'activation de cette association donne des informations concernant la bonne prononciation du mot. Avant l'apprentissage explicite de la lecture, l'enfant prête une attention particulière aux rimes et aux éléments intra-syllabiques. Cela lui permet d'identifier des séquences orthographiques qui correspondent aux rimes et de se constituer un début de lexique orthographique, composé de mots dont il peut identifier les rimes. L'enfant peut ainsi lire des mots qu'il n'a jamais rencontrés mais qui ont les mêmes terminaisons que ceux qu'il connaît déjà (Goswami et Ziegler, 2005). Grâce à l'instruction formelle, l'expérience de la lecture conduit ainsi à

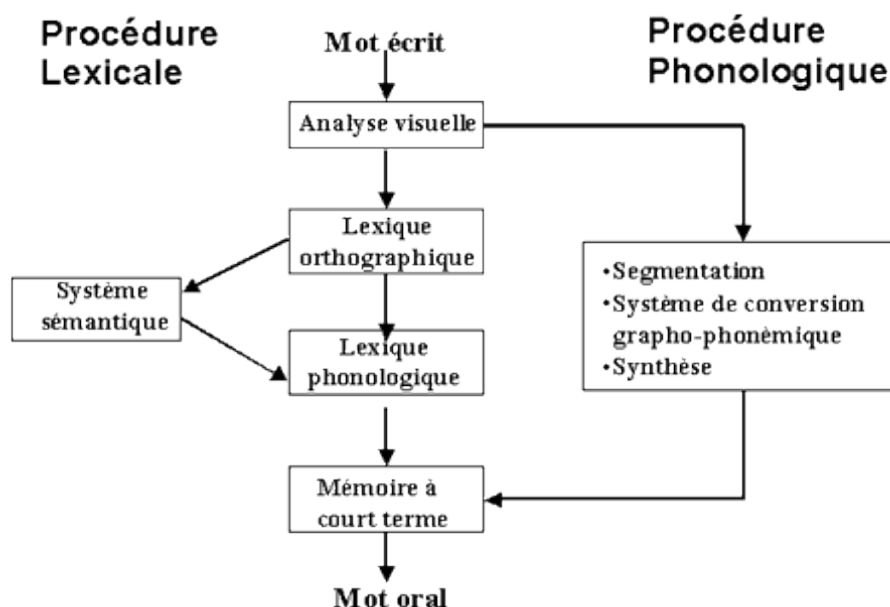
l'apprentissage de nouveaux phonèmes. La dernière étape de ce modèle stipule que les habiletés acquises en lecture influencent l'écrit et inversement.

### 1.3.3 Le modèle de lecture à double voie

Le modèle à double voie de lecture de Coltheart et al. (1999, cités par Sprenger-Charolles et Colé, 2013), est le plus fréquemment utilisé pour décrire l'activité de lecture. Selon ce modèle, il existe deux voies de lecture :

- la voie lexicale, également appelée voie d'adressage ou voie directe;
- la voie phonologique, aussi appelée voie d'assemblage ou voie indirecte.

Si le lecteur connaît le mot qu'il lit, il va le reconnaître globalement car il sera stocké dans son lexique orthographique : c'est la voie lexicale. L'ensemble des lettres qui composent le mot est traité et permet l'activation de connaissances stockées en mémoire. Suite à cette stimulation visuelle, la représentation du mot est activée au sein du lexique orthographique. Ceci permet l'activation de la forme sonore du mot et de sa signification. Au contraire, si le lecteur ne connaît pas le mot, il doit le déchiffrer, le segmenter en phonèmes : c'est la voie d'assemblage. Cette voie se caractérise par un traitement analytique séquentiel du mot. Ce phénomène a lieu grâce à la conversion graphème-phonème. Cette dernière est stockée en mémoire indépendamment des informations lexicales. Elle donne ensuite lieu à une synthèse phonémique qui permet de réunir les sons déchiffrés. La séquence de sons lue est maintenue en mémoire verbale à court terme le temps que le mot soit produit. Il est important de noter que ces deux voies travaillent conjointement et que leur activation se fait simultanément.



Chaque procédure a un rôle qui lui est propre. La voie lexicale ne traite que les mots déjà appris. Elle est indispensable pour la lecture des mots irréguliers. En revanche, c'est la voie phonologique qui permet de lire les mots nouveaux.

## 1.4 L'influence des mécanismes oculomoteurs et visuo-attentionnels

### 1.4.1 Le traitement visuo-attentionnel élémentaire

A la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, la dyslexie a été décrite comme un trouble visuel. Elle était appelée «cécité congénitale des mots». Au milieu et à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, les hypothèses phonologiques ont supplanté les hypothèses visuelles concernant l'explication de l'origine de la dyslexie (Chaix, 2014). Néanmoins, depuis la fin du XX<sup>ème</sup> siècle et les débuts du XXI<sup>ème</sup> siècle, les hypothèses phonologiques reprennent de l'importance. Plusieurs études ont montré que les lecteurs qui ont un meilleur niveau de compréhension sont ceux qui se distinguent par la capacité à décoder les mots isolés (Habib, 1997). En effet, le trouble de la voie d'adressage s'explique par des perturbations de l'attention visuo-spatiale (Bedoin, 2015). Aussi, le traitement visuo-attentionnel élémentaire comprend trois étapes:

- *l'association lettre/mot* ou groupement visuel pré-orthographique, qui est la capacité à considérer un groupe de lettres comme constituant un mot. Si cette étape ne se réalise pas correctement, on peut avoir des glissements de lettres (Friedman et al., 2013).
- *l'identification des lettres*, qui est une opération spécifique. Il s'agit d'un traitement perceptif élémentaire. Cette étape contient le phénomène de crowding ou d'encombrement perceptif selon lequel l'identification d'une lettre est toujours perturbée par les éléments environnants. Chez les normo-lecteurs, il y a crowding uniquement si la lettre et les distracteurs sont en vision périphérique. Chez les enfants apprenants, il y a crowding en vision centrale et périphérique. Selon Martinelli et al. (2009, cités par Bedoin, 2015), ce phénomène est accentué chez les enfants dyslexiques. Ils sont plus sensibles que les enfants normo-lecteurs à un élément distracteur (Moll et Jones, 2013, cités par Bedoin, 2015). De plus, le déficit d'identification des lettres peut également être lié à un trouble de l'empan visuo-attentionnel. Le plus souvent, la fenêtre visuo-attentionnelle, qui permet

l'identification de mots longs, est réduite chez les enfants dyslexiques, empêchant ainsi l'adressage lexical.

- *le codage de l'identification des lettres*. Les dyslexiques sont victimes de migration de lettres à l'intérieur des mots. Ces erreurs de positionnement des lettres peuvent venir d'un trouble de l'attention spatiale à l'origine d'un déficit du mode d'analyse globale, au profit d'une attraction vers les détails (Bedoin et al, 2010, cités par Bedoin, 2015). Ils seraient également soumis à des déficits de traitement global et local. En effet, les hommes alternent l'utilisation d'un système d'analyse globale et d'un système d'analyse locale lors de la lecture, ce qui nécessite une capacité d'inhibition et de souplesse pour passer de l'un à l'autre. Par ailleurs, il est important de souligner que Bedoin et al. (2009, cités par Bedoin, 2015) ont montré que certains dyslexiques avaient du mal à inhiber le traitement local, contrairement aux normo-lecteurs.

#### 1.4.2 Orientation spatiale et attention

Pour permettre la séquenciation en lecture, il existe deux phénomènes : l'orientation spatiale de l'attention et l'orientation temporelle de l'attention. Chez les dyslexiques, on observe un déficit de l'orientation spatiale de l'attention (Bedoin, 2015). Ce déficit s'exprime par :

- un ralentissement de l'orientation spatiale indépendant d'un trouble phonologique, et lié à l'orientation séquentielle de l'attention pour l'assemblage.
- un déficit de désengagement et de réorientation vers la gauche ou mininégligence, qui se traduit surtout par une difficulté à réorienter le regard vers la gauche. Le début du mot est mal lu ce qui rend impossible son adressage.
- une attention trop diffuse et un déficit d'inhibition à droite : ce déficit d'inhibition n'est pas corrélé à la difficulté du mot à lire mais à la difficulté pour l'identifier parmi d'autres.

Finalement, l'activité de lecture représente un réel apprentissage à automatiser par l'apprenti-lecteur. Avec des influences et des enjeux multiples, lire est un défi de chaque instant qui peut entraîner des troubles importants comme la dyslexie.

## **2. Les dyslexies**

### 2.1 Définition

#### 2.1.1 Définitions officielles

La dyslexie est un handicap reconnu par l'OMS depuis 1993. Cependant, elle reste un sujet de controverse pour l'ensemble des chercheurs et il est encore difficile de la définir. En effet, plusieurs définitions officielles différentes existent à ce jour. Encore méconnue et peu diagnostiquée, la dyslexie est avant tout un trouble spécifique de l'apprentissage de la lecture qui signifie «mauvais mot» d'après son étymologie grecque (Habib, cité par Cheminal et Brun, 2002). Aussi, depuis 1968, plusieurs experts reconnaissent officiellement la dyslexie et en proposent une définition exclusive. C'est un «trouble de l'apprentissage de la lecture survenant en dépit d'une intelligence normale, de l'absence de troubles sensoriels ou neurologiques, d'une instruction scolaire adéquate, d'opportunités socioculturelles suffisantes ; en outre elle dépend d'une perturbation d'aptitudes cognitives fondamentales souvent d'origine constitutionnelle» (World Federation of Neurology, cité par Van Hout et Estienne, 2001). Selon le DSM 4, la dyslexie est un «trouble spécifique, durable et sévère des apprentissages». C'est une difficulté dans l'acquisition de la lecture qui met en cause la reconnaissance des mots et la compréhension chez l'enfant. Elle comprend une discordance d'au moins deux écarts-types entre les performances scolaires et le quotient intellectuel ainsi qu'une absence de facteurs explicatifs tels que retard intellectuel ou trouble envahissant du développement (Cheminal et Brun, 2002). Elle ne peut être causée par un retard mental, une scolarisation inadaptée, un trouble sensoriel, et une lésion cérébrale (Gill, 2014). D'après la CIM 10, la dyslexie «se caractérise par une altération spécifique et significative de l'acquisition de la lecture, non imputable exclusivement à un âge mental bas, à des troubles de l'acuité visuelle ou à une scolarisation inadéquate» (Muneaux et Ducrot, 2014). Or, selon Habib (1997), quand on naît dyslexique, c'est pour la vie. Comme lui, certains chercheurs d'aujourd'hui affirment que la dyslexie est multiple et qu'elle doit être considérée comme une particularité irréversible du cerveau.

#### 2.1.2 Les types de dyslexie

Ainsi, plusieurs dyslexies semblent exister. Il est d'ailleurs préférable de parler de «troubles dyslexiques» compte tenu des différents degrés de gravité, des manifestations, et des retentissements dans la vie scolaire, professionnelle et sociale des personnes atteintes.

D'après Brin-Henry, Courrier, Lederlé et Masy (2011), on distingue plusieurs types de troubles dyslexiques :

- les dyslexies acquises, qui désignent les troubles de la lecture suite à des lésions cérébrales;
- les dyslexies centrales, qui regroupent les troubles acquis de la lecture liés à un dysfonctionnement apparu lors des étapes tardives de son apprentissage. Cette catégorie contient quatre autres sous-groupes :
  - la dyslexie de surface, caractérisée par une atteinte de la voie lexicale. Le lecteur rencontre des difficultés dans la lecture de mots irréguliers. Le trouble visuo-attentionnel est à l'origine de ce type de dyslexie.
  - la dyslexie phonologique, caractérisée par une atteinte de la voie phonologique. Le lecteur rencontre des difficultés pour lire les nouveaux mots et les logatomes. Le trouble phonologique est à l'origine de ce type de dyslexie.
  - la dyslexie mixte où les voies phonologique et lexicale sont atteintes. Le lecteur a alors des difficultés pour lire les mots nouveaux, les logatomes et les mots irréguliers.
  - la dyslexie profonde qui décrit un trouble massif et sévère de l'apprentissage de la lecture, qui se joint à un tableau global de trouble du langage.

Par cette classification, on remarque une variabilité importante des dyslexies et des troubles qui en découlent.

### 2.1.3 Autre classification

Un autre classement des troubles dyslexiques est proposé par la pédopsychiatre Américaine Boder (1973, citée par Kieken, 2011). Selon elle, il existe trois types de dyslexies :

Les dyslexies dyséidétiques, caractérisées par une difficulté à élaborer une image visuelle stable d'un mot et qui se manifestent par une oralisation lente et laborieuse. Elles s'apparentent aux dyslexies de surface.

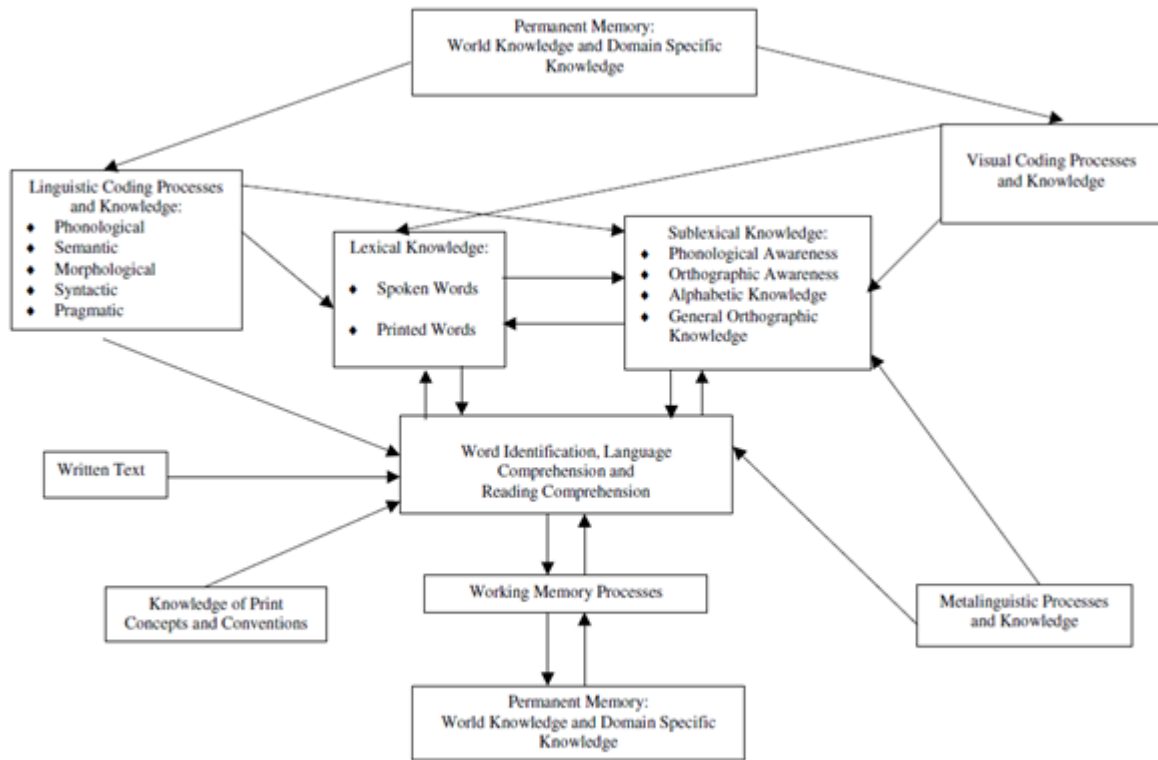
- Les dyslexies dysphonétiques : qui sont définies comme une difficulté massive de recodage phonémique. Elles se rapprochent des dyslexies phonologiques.
- Les dyslexies mixtes : qui correspondent à l'atteinte des deux voies de reconnaissance des mots écrits (assemblage et adressage). Le patient a des troubles majeurs de la conversion graphème-phonème, il a alors beaucoup de difficultés pour se constituer un stock orthographique et accéder au sens.

Toutes ces dyslexies tendent à regrouper des altérations spécifiques, facilement identifiables lors de bilans orthophoniques et en lien avec l'étiologie même du trouble de lecture.

## 2.2 Les étiologies et hypothèses explicatives

### 2.2.1 Avant-propos

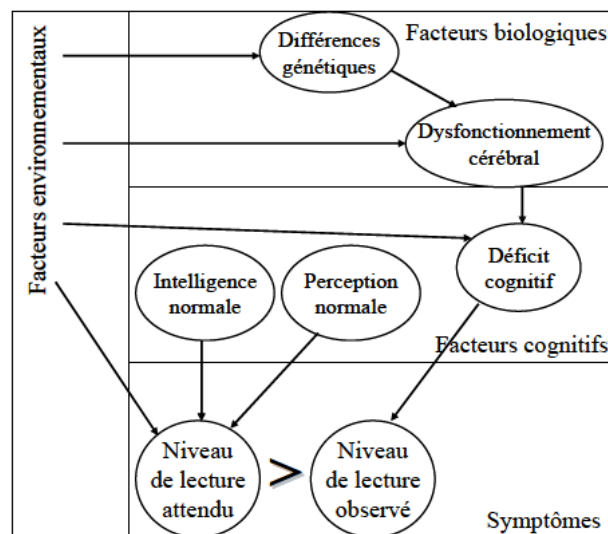
Actuellement, il existe plusieurs hypothèses explicatives de la dyslexie. Or, aucune d'entre elles ne peut pleinement expliquer l'origine de cette pathologie. En effet, la lecture dépend de nombreux facteurs, de l'acquisition de nombreuses connaissances et de la maîtrise de nombreux outils. Une difficulté dans un seul de ces domaines peut entraîner la naissance de la pathologie (Vellutino, Fletcher, Snowling et Scanlon, 2004). Selon l'approche cognitive, la dyslexie a pour origine un dysfonctionnement cérébral et/ou des facteurs héréditaires. Néanmoins, différentes hypothèses sur les origines de la dyslexie ont vu le jour. Si le déficit des compétences phonologiques est l'explication la plus répandue, la nature exacte du trouble reste peu connue (Gil, 2014). Le fait que la dyslexie ne puisse être imputée à un déficit intellectuel ou sensoriel, à un désavantage social ou à une carence pédagogique tend vers le fait qu'elle soit due à un déficit cognitif spécifique (Ecalte, Magnan, et Ramus, 2007). Une fois le déficit cognitif identifié, il se pose la question de son origine. Elle peut être cérébrale. Cette lésion du cerveau peut elle-même avoir une origine génétique, être due à des facteurs prénataux ou périnataux (infectieux, toxiques ou traumatiques) ou encore avoir été créée par des modifications externes (pédagogiques ou sociales par exemple.)



**Figure 1** Cognitive processes and different types of knowledge entailed in learning to read

*Processus cognitifs et types de connaissances impliqués dans la lecture.*

Ainsi, selon Morton (2004), «la compréhension de l'origine de la dyslexie implique une modélisation des facteurs causaux à plusieurs niveaux : comportemental, cognitif, cérébral, génétique et environnemental» (Morton, 2004).



*Un cadre général pour décrire les théories de la dyslexie*

## 2.2.2 Hypothèse environnementale, sociale et culturelle

Bien que l'environnement de l'enfant ne soit pas un facteur déclenchant de la dyslexie, le contexte social et culturel entrave parfois la mise en place des bases nécessaires à l'apprentissage de la lecture. Dans certains cas, ce phénomène freine l'automatisation des compétences en lecture et facilite l'apparition de troubles du langage écrit. Selon Clay's, (1987, cité par Vellutino, Fletcher, Snowling et Scanlon, 2004), les difficultés en lecture chez les enfants débutants seraient fortement liées à l'enseignement de cette compétence et aux expériences personnelles de l'apprenant. Aussi, le décodage lettre-son et l'acquisition de la phonologie dépendent des méthodes utilisées par l'enseignant. Or, la mauvaise acquisition de l'un de ces processus entraîne d'importantes difficultés chez l'apprenti-lecteur. Par ailleurs, celles-ci sont souvent liées aux compétences personnelles de l'enfant, tant cognitives qu'affectives. En général, les élèves ayant des difficultés de remédiation montrent une moins bonne conscience phonologique, une moins bonne mémoire phonologique de travail et plus de difficultés en lecture. De plus, on remarque que les enfants ayant des difficultés phonologiques en maternelle développent souvent des troubles de la lecture à l'école primaire. Néanmoins avec une prise en charge adaptée, ils voient leur scores entrer dans la moyenne et y rester jusqu'à la fin du parcours scolaire (Vellutino, Fletcher, Snowling, et Scanlon, 2004).

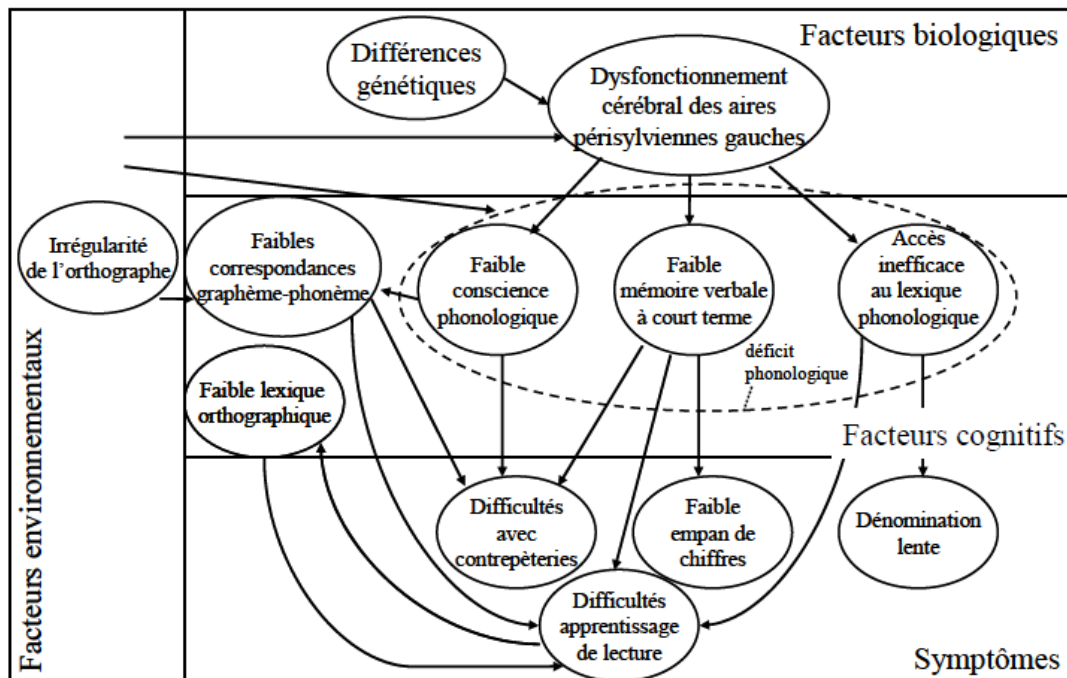
## 2.2.3 Des troubles cognitifs

### 2.2.3.1 Hypothèse phonologique

La lecture consiste à mettre en lien des symboles visuels avec des représentations phonologiques (Ecalte, Magnan et Ramus, 2007). Les principales hypothèses sur la dyslexie concernent donc un déficit phonologique et un déficit visuel. La conscience phonologique se développe aux alentours de cinq ans. Elle concerne le décodage et l'encodage des phonèmes (Gill, 2004). Il s'agit de compétences indispensables à la conversion graphèmes-phonèmes et à l'apprentissage de la lecture. Or, plusieurs études montrent que certains enfants dyslexiques ne construisent pas correctement leur système phonologique : ils ne parviennent pas à discriminer certains phonèmes (par exemple, t et d). En revanche, ils peuvent faire une distinction sur un même phonème prononcé différemment (/t/ soufflé et /t/ dur). Ainsi, on constate que la mémoire verbale à court terme et la conscience phonologique font souvent

défaut chez les enfants dyslexiques. Ils n'arrivent pas à percevoir la décomposition du mot en sous-unités, c'est à dire en syllabes et en phonèmes (Ecalte, Magnan, et Ramus, 2007).

L'idée que la dyslexie est liée à des troubles phonologiques est tirée de deux types d'observation : l'analyse des erreurs de lecture et d'écriture, ainsi que l'analyse des performances d'enfants dyslexiques à diverses tâches de manipulation phonologique (Jucla, 2014). Les enfants souffrant de dyslexie rencontrent les mêmes difficultés qu'un normo-lecteur confronté à une langue étrangère dont il ne connaît pas le système phonologique. Le trouble phonologique entraîne donc des difficultés dans l'acquisition des correspondances graphèmes-phonèmes. De nombreuses études ont montré que le déficit phonologique était une cause sous-jacente à la dyslexie. Pour Tallal, (1980, citée par Jucla 2014), les dyslexiques rencontrent des difficultés au niveau de la perception auditive des stimuli non spécifiquement linguistiques. Ainsi, les transitions temporelles rapides leur posent problème. Ils rencontrent également des difficultés spécifiquement linguistiques pour segmenter la chaîne sonore en unités discrètes. Ceci entraîne une altération des représentations phonologiques (Fowler, 1991 cité par Jucla, 2014). Par ailleurs, les enfants dyslexiques ont aussi des troubles de la mémoire verbale à court terme dans la plupart des cas (Ecalte, Magnan et Ramus, 2007). Elbro et Jensen, (2005 cités par Jucla 2014) expliquent que les personnes dyslexiques, bien que possédant un bon vocabulaire, ont plus de difficultés que les normo-lecteurs à créer de nouvelles représentations. Ce n'est pas le stockage en mémoire à long terme des mots qui pose problème mais l'accès à la forme de ces mots (Ramus et Szenkovitz, 2008). Pour Baddeley (1986), le déficit de mémoire associé à des déficits de la voie phonologique entrave la compréhension, indépendamment de l'identification des mots. Les enfants dyslexiques souffrent donc d'un déficit du système de représentation mentale et du traitement cognitif des sons de la parole, ce qui empêche leur apprentissage des correspondances graphèmes-phonèmes.



*Un cadre général pour la théorie phonologique*

### 2.2.3.2 Hypothèse visuelle

Bien que l'hypothèse phonologique ait été la plus prégnante pendant des années, des auteurs ont constaté des déficits visuels qui peuvent expliquer ou majorer la dyslexie. Il existe des troubles visuels de haut niveau et de bas niveau. Les troubles de haut niveau sont des étiologies possibles de la dyslexie, tandis que les troubles de bas niveau sont des facteurs qui l'amplifient. D'après Livingston et al. (1991), ils résulteraient d'un trouble magnocellulaire situé dans les zones pariétales postérieures du cerveau dyslexique. En effet, on constate que 20 à 25 % des dyslexiques ont un trouble de la voie magnocellulaire (Amitay et al., 2002, cités par Sprenger-Charolle et Colé, 2013). Or, la voie magnocellulaire a pour fonction d'inhiber les informations visuelles qui précèdent et suivent le mot cible. Elle permet ainsi une représentation stable et claire de ce qui est perçu. Ce système sert précisément à identifier les mouvements, capter les contrastes et les éléments rapides (Jost, 2011, cité par Hlavacek, 2014). Aussi, Livingston et al. (1991) ont trouvé de petites anomalies dans la zone du traitement visuel de l'hémisphère gauche du cerveau des personnes dyslexiques. Les cellules du système magnocellulaire sont ainsi mal développées chez les personnes qui présentent cette pathologie. En effet, une autopsie de Livingston et Hubel (1987, cités par Roger Gil 2014) corrobore ces hypothèses : le cerveau des dyslexiques présente une atrophie des magnocellules des noyaux géniculés latéraux. Ce constat est en adéquation avec l'altération

des potentiels évoqués visuels lors de stimulations visuelles rapides. Ceci prouve donc que des difficultés au niveau du traitement rapide des informations visuelles sont présentes chez les personnes dyslexiques (Gil, 2014). Cependant, cette hypothèse est controversée et amodale. Même si l'idée que la dyslexie est causée par des problèmes visuels, reste très ancienne, elle fait toujours débat.

Néanmoins, les troubles visuels de haut niveau, ou troubles visuo-attentionnels, sont considérés comme une origine probable de la dyslexie. Selon Plaza et Cohen (2006, cités par Chokron, Cavezian et Gaudry, 2014), les capacités d'attention visuelle prédisent les compétences en lecture. En effet, selon Valdois (2014), des études ont montré que chez certains enfants dyslexiques, un trouble visuo-attentionnel est retrouvé indépendamment de tout trouble phonologique. Dans la dyslexie, deux catégories de troubles visuels existent :

- les déficits d'intégration perceptive temporelle et spatiale
- le trouble de l'empan visuo-attentionnel

Le trouble visuo-attentionnel se manifeste par une difficulté à porter son attention sur la séquence de lettres qui constitue un mot. En effet, l'empan représente «le nombre d'éléments visuels distincts pouvant être traités en parallèle dans une configuration» (Valdois, 2014). Pour Valdois (2014), «l'encombrement visuel excessif est un problème majeur en contexte de dyslexie». Il est nécessaire que l'attention de l'enfant soit équirépartie sur toutes les lettres du mot pour un traitement et une identification optimale. Sans quoi, à chaque nouvelle lecture d'un mot, l'enfant le perçoit différemment et ne peut se constituer un lexique orthographique stable. Inévitablement, cette difficulté visuo-attentionnelle entraîne des troubles de la lecture, de l'écriture et de la copie. Selon Facchetti et Molteni, (2010, cités par Valdois, 2014), les dyslexiques ont des performances attentionnelles variables selon que l'élément visuel ciblé se trouve dans l'hémichamp gauche ou droit. Finalement, on remarque que les hypothèses impliquant une composante visuelle ont été plus nombreuses au cours des dernières décennies (Hinshelwood, 1917). D'après elles, les dyslexiques ne perçoivent pas correctement les formes des lettres et des mots et ne peuvent lire le mot globalement (Orton, 1925). Or, comme l'apprentissage de la lecture passe par l'analyse de la séquence orthographique à lire, et plus précisément par la capacité à tirer des informations du mot (Valdois, 2014), plusieurs études avancent l'idée qu'il existe une relation causale entre dyslexie et trouble visuo-attentionnel. Aussi, une réduction sévère de l'empan visuo-attentionnel rend difficile le traitement de l'ensemble des lettres d'un mot, compromet le

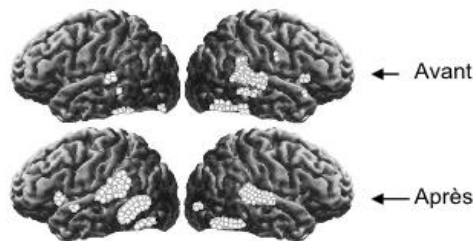
travail d'assemblage et conduit souvent à une dyslexie mixte, indépendamment de tout trouble phonologique.

#### 2.2.4 Hypothèse cognitive

Les progrès récents en matière de neuro-imagerie ont permis d'en apprendre plus sur les origines potentielles de la dyslexie. Cette technique met en évidence des déficiences cognitives fondamentales qui sont souvent d'origine constitutionnelle. En effet, des similitudes dans les troubles de lecture ont été observées entre des adultes cérébrolésés et des personnes dyslexiques. D'autre part, Taylor et Fletcher, (1983, cités par Vellutino, Fletcher, Snowling, et Scanlon, 2004) ont montré que l'on retrouvait chez les personnes dyslexiques des indices non spécifiques d'une dysfonction neurologique tels que des maladresses motrices. Trois zones du cerveau humain sont principalement impliquées dans la lecture et son acquisition : la jonction occipito-temporale, le gyrus frontal inférieur, la jonction pariéto-temporale (Démonet, Taylor, et Chai, 2004, cités par Ecalle, Magnan et Ramus, 2007). Chez les sujets dyslexiques, l'activité cérébrale de ces trois zones est plus faible que chez les normo-lecteurs (Paulesu et al., 2001 cités par Ecalle, Magnan et Ramus, 2007). Dans le cerveau dyslexique, on observe une diminution du volume de matière grise dans les aires frontales et pariéto-temporales (Eckert, 2004, cité par Ecalle, Magnan et Ramus, 2007). Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz et Geschwind, (1985, cités par Ecalle, Magnan et Ramus, 2007), ont observé des ectopies lors de dissection post-mortem de cerveaux dyslexiques. Une ectopie est une accumulation de neurones qui ont manqué leur cible lors d'une migration neuronale. Chez les personnes dyslexiques, elles se situent majoritairement dans les aires du langage de l'hémisphère gauche, notamment celles impliquées dans la phonologie et la lecture.

D'autres études post-mortem à l'IRM ont montré que la dyslexie ne se résume pas à une seule aire du cerveau. Cependant, une zone du lobe temporal, appelée «planum temporale» est particulièrement mise en cause. Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz et Geschwind (1985 cités par Vellutino, Fletcher, Snowling et Scanlon, 2004) ont prouvé l'existence d'une dissymétrie entre les deux côtés du cerveau dans cette aire chez les adultes dyslexiques. Il a également été démontré que les personnes dyslexiques activent simultanément des aires situées dans l'hémisphère droit et dans l'hémisphère gauche. Or, chez les personnes non dyslexiques, ce timing est légèrement décalé. Pour Grigorenko et al. (2001, cités par

Vellutino, Fletcher, Snowling, et Scanlon, 2004), cela reflète des processus de compensation ou des facteurs non linguistiques qui expliquent des difficultés de lecture. Par ailleurs, Simons et al. (2002) ont prouvé qu'après 8 semaines d'entraînement intensif de la lecture, il y avait une augmentation de l'activation des circuits de l'hémisphère gauche chez les enfants dyslexiques. Ce changement prouve bien une dysfonction de certaines parties du cerveau chez les enfants dyslexiques.



D'après Sprenger-Charolles et Colé (2013), la dyslexie a aussi été imputée à des déficiences cognitives générales liées à la lecture, tels que :

- le déficit de l'attention sélective
- le transfert intermodal
- le traitement ordonné des séries
- l'analyse des profils orthographiques et l'apprentissage de ses règles

Ainsi, l'hypothèse cognitive tend à se préciser grâce aux nombreuses études réalisées et toujours en cours.

### 2.2.5 Hypothèse génétique

Depuis de nombreuses années, des hypothèses génétiques concernant la dyslexie sont mises en avant (Hallgren, 1950, cité par Escalle, Magnan et Ramus, 2007). Selon Echenne (cité par Brun, 2002), la recherche gémellaire et la biologie ont révélé un facteur génétique dans la dyslexie. En effet, on observe que si l'un des jumeaux monozygote est dyslexique, l'autre le sera aussi. En revanche, pour les jumeaux dizygotes, la probabilité tombe à 45%. Ces découvertes ont été confirmées par Olson et Gayan (2001, cités par Vellutino, Fletcher, Snowling et Scanlon, 2004). D'après eux, les gènes et l'environnement jouent un rôle prépondérant dans le développement de la dyslexie. L'incidence familiale concerne 30 à 50% des cas (Brun, 2002). En effet, cinq laboratoires ont identifié une aire qui pourrait être impliquée dans la pathologie sur le chromosome 6. Dans une étude répliquante, Smith, Pennington, Kimberling, et Ing, (1990 cités par Vellutino et al., 2004), ont également découvert une anomalie sur le chromosome 15. En 2001, des marques potentielles sont

trouvées sur les chromosomes 1 et 2. En somme, «certains sites des chromosomes 1,2,3,6,15 et 18 sont significativement liés à la dyslexie» (Williams et O'Donovan, 2006, cités par Ecalle, Magnan et Ramus, 2007). Il s'agit d'une logique de maladie génétique complexe. De nombreux facteurs semblent ainsi intervenir et interagir dans la dyslexie, en fonction de l'individu et de son environnement.

## 2.3 La composante visuelle et ses manifestations dans la dyslexie

### 2.3.1 L'œil et la lecture

La vision a une place prépondérante dans la lecture. L'œil se compose de plusieurs éléments, jouant chacun un rôle précis. Au centre de la rétine, il y a les cônes : ce sont les seules cellules qui traitent de façon assez précise les lettres pour pouvoir les identifier. Les cônes traitent à la fois les données lumineuses et chromatiques. Ils se trouvent dans la zone fovéale. Autour de cette zone se trouvent les bâtonnets. Ils sont sensibles aux contrastes, peuvent évaluer la forme globale du mot sans pouvoir identifier les signes linguistiques (Chokron et Marende, 2010, cités par Muneaux et Ducrot, 2014). Lors de la lecture, l'œil n'est pas fixe et effectue des saccades. Ce sont de brefs et rapides mouvements des yeux entre deux positions stables (Muneaux et Ducrot, 2014). Le but des saccades est de ramener l'image de l'objet lu au centre de la fovéa (Chokron et Marende, 2010, cités par Muneaux et Ducrot, 2014). Un bon lecteur possède généralement un rythme de trois à quatre fixations par seconde. Aussi, une saccade se détermine par son amplitude et sa direction. Il en existe différents types (Kieken, 2011) :

- les saccades de progression, très brèves, qui vont dans le sens de la lecture. Leur amplitude varie de cinq à 16 caractères. Elles durent approximativement 20 millisecondes.
- les saccades de retour à la ligne, qui sont plus amples (une cinquantaine de caractères) et plus longues (environ 80 millisecondes).
- les saccades de régression, qui correspondent à des retours en arrière, dans le sens inverse de la lecture. Elles ont une amplitude d'environ cinq caractères.

Entre les saccades, l'œil est fixe. Une fixation dure environ 250 millisecondes. C'est à ce moment-là que le lecteur extrait des informations. En plus de ces mécanismes, des capacités visuo-attentionnelles fines interviennent. Ainsi, comme le soulignent Ducrot et Lété (cités par Muneaux et Ducrot, 2014), «un certain nombre de contraintes anatomo-fonctionnelles du

système visuel limitent la prise d'informations » et peuvent entraîner des troubles de la lecture.

### 2.3.2 Manifestations dans la dyslexie

Selon Tainturier, Valdois, David, et Pellat (2002), le trouble visuo-attentionnel se caractérise par une difficulté pour l'enfant à distribuer de façon homogène son attention sur une séquence de lettres. Ainsi, l'enfant perçoit certaines lettres plus que d'autres, mais pas de façon régulière. Par exemple, il perçoit *MAisOn* lors d'une première rencontre, puis *maIsoN* une autre fois, etc... Le mot n'est donc jamais traité dans son intégralité et ne peut être stocké en mémoire. En conséquence, la lecture est souvent syllabée et difficile : l'enfant déchiffre les mots comme s'il les découvrait pour la première fois. On remarque des troubles associés tels qu'un déficit de l'orthographe, de l'apprentissage des graphies et de la copie. De plus, on sait que les personnes dyslexiques ont tendance à confondre les lettres ayant des formes similaires (Badian, 2005, cité par Muneaux et Ducrot, 2014). Or, les lettres changent d'identité lorsqu'elles changent de sens : *u* et *n* par exemple. Pour Bellochi, Muneaux, Bastien-Toniazzo et Ducrot (2013), ce phénomène est lié à un dysfonctionnement des capacités oculomotrices de bas niveau. Pour Chokron, Cavezian et Gaudry (2014), la simultagnosie et les difficultés de reconnaissance des mots sont des troubles attentionnels qui altèrent la lecture. En effet, Chase et Stein (cités par Muneaux et Ducrot, 2014), affirment que les dyslexiques sont sujets à une instabilité de fixation oculaire qui engendre distorsions, déplacements et superpositions de lettres et de mots. Eden, Stein, Wood et Wood, 1994 (cités par Muneaux et Ducrot, 2014) démontrent que les dyslexiques souffrent de troubles de la poursuite oculaire, notamment de gauche à droite. De plus, Bucci, Bémond-Gignac et Kapoula (2008) soulèvent quant à eux des difficultés de convergence et des anomalies de divergence dues à des défauts de coordination de saccades oculaires. Lors de la lecture, les dyslexiques ont des fixations plus longues et plus nombreuses, et les saccades sont plus courtes (Biscald, Geseck et Stuhr 1998 cités par Muneaux et Ducrot 2014). Ainsi, les dyslexiques ne peuvent traiter que quelques lettres par fixation, ce qui entraîne un traitement atypique de l'information visuelle. Finalement, le traitement visuel est inefficace : les mouvements sont difficilement perçus, des persévérations visuelles apparaissent ainsi que des erreurs et des temps de latence. (Jost, 2001, cité par Hlvacek, 2014).

## 2.4 Les traitements actuels

### 2.4.1 Prise en charge en orthophonie

La rééducation des troubles du langage écrit relève de la compétence des orthophonistes. Selon Jean Van Hemelrijck cité par Morel (2012), l'orthophoniste est «un passeur de la communication». De manière générale, quand l'écrit fait défaut, l'objectif du thérapeute est d'aider l'enfant à se rapprocher d'un niveau de lecture proche de la normale. Selon les besoins de l'enfant, la rééducation porte sur un travail d'amélioration des processus phonologiques, sur une automatisation de la voie d'assemblage, et/ou sur un enrichissement du stock orthographique et de la voie lexicale (Delamare, 2012). Selon Ecalle, Magnan, et Ramus (2007), les caractéristiques principales de la rééducation orthophonique de la dyslexie sont :

- l'entraînement des capacités phonologiques de l'enfant
- une rééducation de la lecture avec des méthodes autres que les méthodes scolaires traditionnelles
- la mise en place de stratégies de compensation et d'aménagements.

Les compétences travaillées pour l'entraînement de la voie phonologique concernent l'analyse des mots d'une phrase (par un travail de segmentation), la discrimination auditive, l'identification de phonèmes, la fusion phonémique, la segmentation phonémique et la correspondance grapho-phonémique (Touzin, 2000, cité par Delamare, 2012).

Pour Delamare (2012), le travail de la voie lexicale n'est pas négligeable. Même si elle se révèle moins primordiale que la voie phonologique, l'entraînement de la voie lexicale permet de soulager la mémoire à court terme de l'enfant. Il s'agit de développer un stock orthographique minimal en s'appuyant sur des indices visuels. Pour l'entraînement de l'orthographe lexicale, Colé et Casalis (cités par Delamare, 2012) préconisent un travail basé sur la morphologie dérivationnelle. En effet, travailler la morphologie permet à l'enfant dyslexique de compenser ses difficultés phonologiques (Elbro et Arnbak, 1996, cités par Ecalle, Magnan, et Ramus, 2007). Parmi les aides possibles, de nombreuses études ont montré que les aménagements textuels, tels que l'espacement de mots, étaient aussi bénéfiques (Zorzi et al., 2012). Des rééducations alternatives ont également fait leurs preuves (Eccalle, Magnan, et Ramus, 2007). Un entraînement auditif réalisé par Tallal (2004), a montré que le traitement auditif temporel était bénéfique à la rééducation de la dyslexie. D'autre part, l'exercice de l'empan visuo-attentionnel se révèle souvent efficace (Lobier et Valdois, 2010 cités par

Muneaux et Ducrot, 2014). Finalement, il existe aussi des rééducations de la motricité, de l'équilibre et de la proprioception, basées sur la théorie cérébelleuse de la dyslexie (Ecalte, Magnan et Ramus, 2007). Cependant, même si les techniques traditionnelles de rééducation font leurs preuves, elles doivent aujourd'hui s'adapter aux nouveaux modes de communication et aux nouvelles technologies.

#### 2.4.2 Orthophonie et nouvelles technologies

L'informatique est de plus en plus présent au sein des rééducations orthophoniques. En effet, l'entraînement des capacités déficitaires chez les dyslexiques se fait parfois au moyen de l'ordinateur ou de la tablette. Ainsi, par le biais de logiciels spécifiques, la rééducation s'accélère et peut se poursuivre au domicile de l'enfant. Depuis 2001, les troubles du langage écrit sont reconnus comme cause possible de véritable handicap scolaire, devant être notamment compensés par des aménagements parfois informatiques. Ainsi un travail informatisé basé sur les gnosies auditives, la perception, la reconnaissance, la séquentialisation et la discrimination de sons s'avère efficace. Cette prise en charge est rendue possible grâce à différents logiciels et applications. Par exemple, le logiciel *Audiolog* permet un entraînement de la mémoire immédiate et de travail, déficitaires chez les dyslexiques (Robert, 2000). Des chercheurs comme Robert proposent également le logiciel *Speechviewer 3* pour travailler la conscience phonémique. Il permet en outre de visualiser le voisement de phonèmes par des représentations colorées. Le logiciel *Discrissons* entraîne pour sa part la conscience phonétique et consonantique. Les logiciels *Mémoire et similitude*, *Vitelu*, *Bien lire* et *Lecture au galop* travaillent quant à eux la procédure d'adressage, grâce au support visuel qu'ils apportent et à leur modularité (Robert, 2000). La reconnaissance de mots, la prise d'indices visuels et la mémoire sont ainsi entraînées. Par ailleurs, le logiciel *Play on* permet un entraînement audiovisuel à l'identification des syllabes orales et écrites (Ecalte, Magnan, et Ramus, 2007). Il se base sur une discrimination auditive et visuelle de paires minimales. Il a été testé dans plusieurs classes avec différents types d'élèves présentant des difficultés de lecture et si les résultats de l'étude sont encourageants, ils révèlent des réponses variables selon les individus. Cela prouve que l'outil informatique ne permet pas un traitement complet de la dyslexie mais qu'il reste un outil intéressant et complémentaire aux rééducations traditionnelles.

### **3. La lecture numérique**

#### 3.1 Écran vs papier

##### 3.1.1 Le livre numérique

De nos jours, lire sur écran est chose courante pour la majorité des Français. Réseaux sociaux, presse en ligne et livres téléchargés font partie de leur quotidien. Or, face à ces nouvelles habitudes de lecture, la place du livre tend à être repensée et modifiée. En effet, la généralisation des nouvelles technologies incite toujours plus d'éditeurs à proposer des livres numériques. Selon le Syndicat National de l'Édition en 2015, on compte plus de 120000 livres numériques à ce jour en France. Cette offre est effective chez six éditeurs sur 10. En 2014, le marché du numérique a progressé d'environ 53 %, et 15 % des Français de plus de 15 ans déclarent avoir déjà lu un livre numérique, plus ou moins dans son intégralité. Ces lecteurs d'un nouveau genre ont généralement l'habitude de lire et sont plus équipés que la moyenne (83 % d'entre eux ont un Smartphone, 55 % une tablette numérique et plus de 20 % possèdent une liseuse). La lecture est donc en mutation. Chartier souligne que le texte numérique est «une révolution de la technique de production et de reproduction des textes, une révolution de la matérialité et des formes du support de l'écrit et une révolution des manières de lire» (2001, cité par Bertrand-Gastaldy, 2002). Or, même si le livre numérique vise à se rapprocher du support papier en terme de qualité, des limites persistent. D'après Angelé (cité par Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009), régir la luminosité et la blancheur des pages reste particulièrement problématique sur les livres numériques. De plus, contrairement à la lecture sur papier, lire sur écran peut entraîner des risques de désorientation et de surcharge cognitive chez le lecteur (Bertrand-Gastaldy, 2002).

##### 3.1.2 Le livre papier

Le livre se définit comme un "assemblage de feuilles portant un texte, réunies en un volume relié ou broché" (Jeuge-Maynard, 2008 cité par Kieken, 2011) ou encore un "assemblage de feuilles imprimées formant un volume" (Labro, 2010, cité par Kieken, 2011). Pour Larousse, « il offre une source de connaissance, d'enseignement, d'instruction, à qui peut le déchiffrer ». Largement utilisé par petits et grands pour apprendre, s'informer et se divertir, le livre papier tend aujourd'hui à être concurrencé par le numérique. En effet, la vente de livres imprimés ne cesse de diminuer un peu plus chaque année. D'après le Syndicat National de l'Édition, elle connaît une baisse de 1,7 % en 2014. Les principales causes évoquées par les lecteurs sont le

manque de temps et le coût engendré par cet achat. Est-ce pour autant la fin du livre papier ? De nombreux lecteurs veulent encore croire et défendre une lecture traditionnelle qui rassemble et fait du bien. Le livre imprimé a des avantages certains que le numérique ne peut s'approprier. Petit, mobile et fiable, le support papier est avant tout palpable et symbolique (Bélisle, 2004). Il peut se corner, se tacher mais aussi s'échanger ou s'offrir. Depuis longtemps source de partage entre les individus, le livre imprimé s'inscrit dans une pratique familiale et culturelle, à la fois sentimentale et sensorielle. Il permet de se souvenir, de se détendre et de prendre du plaisir. Ainsi, le livre papier a une histoire et une odeur, on aime le toucher, le feuilleter et se l'approprier (Ahr, Butlen et Elalouf, 2012).

### 3.1.3 Des supports complémentaires

Depuis plusieurs années, la lecture numérique progresse. En conséquence, de nouvelles manières de lire et de nouveaux livres apparaissent. L'e-book est «un micro-ordinateur de la taille d'un livre, destiné à l'affichage et à la consultation interactive sur écran de textes et d'images préalablement téléchargés et stockés dans sa mémoire» (Larousse, 2015). C'est aussi «un ordinateur portable faisant office de livre électronique, permettant de télécharger textes et images, avec consultation interactive» selon le Littré (Brun, 2005 cité par Kieken, 2011). Par ailleurs, le livre électronique est «un boîtier électronique portable comportant un écran sur lequel on peut lire des textes numérisés que l'on télécharge» (Petit Robert, 2015). Écologique et communicante, la lecture sur écran vient donc s'inscrire dans un partage de connaissances en temps réel. Sérieux concurrent du livre papier, le livre numérique enrichit les processus de lecture tout en offrant toujours plus d'accessibilité (Schneps, Thomsons, Chen, Sonnert et Pomplun, 2013). Or, même si ce nouvel outil rend compte d'une dématérialisation du livre papier, il ne saurait s'en passer. En effet, les enfants nés avec le numérique, les «digital natives» (Octobre, 2009, cité par Ahr et al., 2012), utilisent les écrans pour s'informer et interagir avec leurs pairs, tout en se servant des supports papiers pour apprendre à l'école. Aussi, lire sur écran se fait en parallèle de la lecture papier. Au quotidien les deux activités coexistent et chaque lecteur les utilise en fonction de ses besoins pour échanger, se documenter et se relaxer. Chaque lecture a des limites : échanger à distance instantanément ne peut se faire que sur écran, alors qu'accéder à l'ensemble des archives écrites de notre société n'est réalisable que sur format papier. De plus, on remarque que lire sur écran demande des compétences supplémentaires à l'activité de lecture, notamment en

informatique et en navigation web (Bertrand-Gastaldy, 2002). C'est pourquoi, lire sur écran et sur papier relève de deux activités complémentaires.

## 3.2 Les changements induits par la lecture numérique

### 3.2.1 Une nouvelle manière de lire

Les nouvelles technologies ont largement modifié notre approche de la lecture. Selon Tijus, le lecteur a dû trouver de nouvelles manières de lire, de faire des liens et de partager ses connaissances (cité par Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). Aussi, la lecture numérique aurait une influence sur notre cerveau, non équipé pour de tels processus. Selon Testard-Vaillant et Bettayeb (2009), les contenus multimédias limitent la compréhension et la mémorisation du lecteur. Lire sur un support électronique demande à l'utilisateur de s'adapter aux informations visuelles et auditives en grand nombre et de développer de nouveaux comportements de lecture pour lire de façon efficace, sans se laisser distraire (Baccino cité par Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). En effet, selon Baccino et Colombi (cités par Kieken 2011), «des études menées par l'Institut Poynter ont montré que les stratégies oculaires et le comportement du lecteur diffèrent en fonction du support de lecture (écran ou papier)». Sur papier, l'œil du lecteur est prioritairement attiré par les images, tandis que sur écran, en particulier sur internet, il est d'abord attiré par les textes, notamment les titres et les sous titres. Ainsi, lorsque le lecteur navigue sur une page web, il est souvent à la recherche d'une information précise. En revanche, quand il lit un texte imprimé, le lecteur prend plus son temps. Par ailleurs, le support numérique est un média novateur apprécié des plus jeunes, qui permet d'améliorer leurs performances par des paramétrages multiples (Robert, 2000). En effet, les adolescents déclarent aimer se servir des supports électroniques, essentiellement pour faire des recherches et échanger entre eux (Arh, Butlen et Elalouf, 2012). Aussi, 80% des collégiens et des étudiants affirment utiliser un outil numérique en classe (Smith et Caruso, 2010, cités par Rockinson-Szapkiw et al., 2013). Finalement, la lecture numérique modifie les relations entre le lecteur et le livre, en lien avec la nécessité de fournir une accessibilité optimale à tous les utilisateurs.

### 3.2.2 Les avantages

De nos jours, la lecture s'enrichit d'apports numériques novateurs. Plus petits, légers et ergonomiques, les livres numériques offrent une navigation toujours plus accessible et

connectée. En effet, les informations transmises sont plus nombreuses et sans cesse en mouvement. Tous les sens du lecteur sont stimulés et l'activité de lecture peut désormais se faire en parallèle d'autres activités cognitives (Bertrand-Gastaldy, 2012). L'utilisateur de la tablette ou de l'ordinateur peut aujourd'hui communiquer sur les réseaux sociaux, tout en rédigeant un traitement de texte et en se documentant sur internet. Alors, selon les besoins de chacun, la lecture peut être sélective ou approfondie via des liens hypertextes en grand nombre (Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). L'information devient mobile et les téléchargements illimités. Aussi, sur tablette numérique et iPhone, chaque document est personnalisable et réajusté constamment grâce à un accéléromètre qui capte les inclinaisons de l'appareil. Ainsi, le lecteur fait de nouvelles expériences grâce à une autonomie sans précédent (Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). L'écran vient alors capter son attention et répondre à sa curiosité en stimulant tous ses sens (Peddler, 2001, cité par Plakopiti et Bellou, 2014).

En outre, une des innovations offerte par le support numérique est le paramétrage de la mise en page. En effet, selon ses besoins, ses difficultés et ses préférences, l'utilisateur peut régler les propriétés du texte et la présentation globale de la page à lire (Schiavo et Buson, 2014). Lire sur écran permet donc de dépasser le format conventionnel du papier, souvent associé aux apprentissages et aux livres imposés à l'école (Ahr, Butlen et Elalouf, 2012). Selon Kieken (2011), la lecture est rendue plus ludique sur écran, l'ordinateur n'est plus perçu comme un instrument de travail mais comme un «outil plaisir». Aussi, le nombre de pages à lire, souvent décourageant pour l'enfant, n'est plus visible. Le temps de lecture et les fixations oculaires s'en trouvent modifiées, notamment par le défilement manuel du texte qui réduit les exigences de suivi des yeux. De plus, la vitesse de lecture sur écran est en moyenne supérieure à celle sur texte imprimé et la compréhension est améliorée pour certains lecteurs (Schneps, Thomson, Chen et al., 2013). Par ailleurs, la lecture numérique apporte d'autres aides spécifiques au lecteur. La qualité sonore est enrichie, les stimuli se veulent alors plus fidèles et stables (Robert, 2000). De plus, la proximité de la main aide à fixer l'attention du lecteur sur le texte (Schiavo et Buson, 2014). Aussi, grâce au clavier, l'ordinateur permet de mieux mémoriser les lettres de l'alphabet, constamment sous les yeux de l'utilisateur (Dickinson, Macaffer et Andreasen, 2003, cités par Plakopiti et Bellou, 2014). Finalement, le livre numérique présente des avantages certains au niveau cognitif, affectif, social et écologique. Il favorise l'accessibilité, le partage de connaissances variées et adaptées, ainsi

que l'intérêt des jeunes. Grâce à un contenu multimédia interactif et attractif, l'accès à l'information devient immédiat (Karsenti, 2014).

### 3.2.3 Les inconvénients

La lecture numérique doit se mettre au service de ses utilisateurs, notamment des plus jeunes. Or, l'exposition permanente des enfants aux écrans peut être dangereuse et source d'angoisse (Morel, 2012). Selon Tisseron (2001, cité par Morel, 2012), la construction de soi est souvent freinée par les nouvelles technologies. En effet, les activités habituelles comme le jeu, la manipulation et les échanges sont alors réduits. Pour les spécialistes de la petite enfance, les écrans ont tendance à rendre l'enfant passif, non acteur de ses apprentissages. L'identification de l'enfant aux autres et aux objets devient alors limitée, tout comme le développement de sa motricité fine et de sa pensée (Tisseron, 2001, cité par Morel, 2012). Aussi, depuis 2009 le CSA interdit les écrans aux moins de trois ans. Le numérique engendrerait des troubles du langage, une lenteur, des déficits de l'attention et une forte dépendance (cité par Morel, 2012). Aussi, de nombreux auteurs soulignent la nécessité pour l'enfant de développer des jeux traditionnels pour expérimenter différentes situations et se construire une image de soi. Aujourd'hui, l'enfant n'a plus de représentation unique de lui-même d'après Tisseron (2001, cité par Morel, 2012). La distance entre réel et imaginaire devient floue, tout comme la place du parent (2007, Delion, cité par Morel, 2012). En effet, le support numérique remplace de plus en plus l'accompagnement parental au quotidien. Il est considéré à défaut comme un outil éducatif. Or, Dufour (2002, cité par Morel, 2012) insiste sur l'importance de l'éducation et de la verbalisation parentale. L'enfant a besoin d'être sollicité, accompagné dans ses apprentissages pour se créer une identité et accéder au symbolique.

De plus, le numérique modifie les relations entre l'homme et la lecture en transgressant « au moins trois limites essentielles : celle du texte lui-même, dans son extension spatio-temporelle; celle qui sépare le lecteur de l'auteur; celle enfin qui distingue le texte de l'image, ce non-texte par excellence » (Bazin, 1996, cité par Bertrand-Gastaldy, 2002). Contrairement au livre imprimé qui respecte un cadre immobile et rigoureux, le livre numérique ne permet pas au lecteur de stabiliser son regard ni de se situer dans l'espace (Baccino, cité par Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). Avec un défilement vertical ou horizontal (ou scrolling), le texte est en constant mouvement et le lecteur désorienté. De plus, tourner une page sur un livre numérique entraîne un temps de latence ou « flash noir » pouvant durer 2 à trois secondes, le temps que la page suivante se télécharge. L'attention visuelle du lecteur se trouve ainsi

perturbée, ce qui altère potentiellement la compréhension du paragraphe en cours de lecture (Kieken, 2011). Aussi, il semble que ces principaux inconvénients tendent à ralentir la lecture quand celle-ci est réalisée sur écran. Selon Dillion (1992, cité par Rockinson-Szapkiw et al.), le temps de lecture numérique est plus long de 20 à 30 % que la lecture papier. Face à de faibles contrastes, à une surbrillance inadaptée et à des polices de caractères peu appropriées, l'empan visuel du lecteur est réduit et ne dépasse pas les six lettres. En effet, la vision parafovéale est diminuée à cause du scintillement et du contraste insuffisant entre les couleurs. On constate alors un renforcement des fixations oculaires et une diminution de la vitesse de lecture de 25% (Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). De plus, selon Baccino (cité par Kieken 2011), la lecture numérique procure un stress visuel au lecteur qui le pousse à aller directement au terme de sa recherche et qui limite sont temps de lecture. De ce fait, la lecture sur écran et sa mise en page influencent la manière de lire de l'utilisateur.

### 3.3 La typographie et la mise en page

#### 3.3.1 Naissance de la typographie

La typographie désigne la conception de lettres et de symboles selon différentes techniques d'agencement et d'impression (Solomon, 1986, cité par Thangaraj, 2004). Selon Childers et Jass (2002, cité par Thangaraj, 2004), c'est « un art ou une habileté de communication au moyen de mots imprimés » qui apparaît au 15ème siècle. D'après Dair (1967, cité par Thangaraj, 2004), « la lettre est la base de la typographie ». Concrètement, la ligne de base reçoit les caractères, composés d'un corps avec des ascendantes et des descendantes qui le délimitent. Le corps représente la hauteur maximale de la lettre. Aussi, la naissance de la typographie remonte à plusieurs siècles. En effet, le premier ouvrage imprimé, la Bible, voit le jour grâce à l'invention de la typographie par Gutenberg vers 1440 (Hlavacek, 2014). Des caractères mobiles en relief sont alors assemblés pour créer et imprimer des mots, des textes. Au départ, chaque caractère avait un style en fonction des préférences régionales. Il faut attendre l'apparition de l'imprimerie en Europe et la démocratisation de l'écriture pour que les normes typographiques évoluent (Hill, 2006). La lithographie offset et la photocomposition permettent alors l'impression continue et la conception graphique des caractères. De nouveaux procédés apparaissent en 1970 et les caractères deviennent numériques, plus ou moins constants en fonction d'une grille pixelisée. Aujourd'hui, les polices numériques se sont démocratisées et chaque utilisateur peut les créer, les manipuler et

en modifier les qualités (graisse, inclinaison, taille...). Ainsi, « chaque police comprend une forme standard ou romaine, une forme grasse, italique et grasse-italique » d'après Hill (2006). Le texte peut être justifié, aligné (à gauche, à droite ou au centre), avec une largeur de caractère (appelée «chasse») fixe ou non. La taille et les espacements peuvent être agrandis ou réduits. De plus, des ornements et empattements peuvent être apportés à la police en fonction du contexte et de l'objectif de l'utilisateur. Des caractères spéciaux sont ainsi utilisés pour décorer, informer ou annoter, notamment dans les domaines de la science et de la publicité. Des effets (ombrages, gaufrages...), des images et des liens peuvent être associés au texte, notamment pour le relier à des faits culturels. Finalement, le texte est disposé sur une grille en colonnes et avec des marges, c'est la mise en page qui délimite l'écriture. Au 20ème siècle, la typographie est devenue un véritable art, ouvert à tous. Hill (2006) rapporte que les caractères ont été lissés afin de contourner les défauts d'alignement entre les lettres et les pixels sur écran. De ce fait, des adaptations ont dû être apportées par souci de lisibilité et d'accessibilité.

### 3.3.2 Importance de la mise en page des caractères

Longtemps réservée aux professionnels de l'impression, la typographie est désormais accessible à tous grâce au numérique. Chacun peut aujourd'hui manipuler des logiciels typographiques et en personnaliser les effets (Hill, 2006). Grâce à la reproduction numérique de caractères, l'ordinateur devient un lieu de création où chaque propriété du texte peut être modifiée en fonction des besoins des utilisateurs. Selon Beran (2005, cité par Hlavacek, 2014), chacun peut faire varier l'espacement inter-lettres et interlignes, la taille et la graisse de la police, tout comme les contrastes, l'orientation et l'ombrage des caractères. Aussi, pouvoir personnaliser son espace de lecture permet à certains jeunes lecteurs d'avoir plus confiance en eux et d'améliorer leurs compétences (Evelt et Brown, 2005, cités par Plakopiti et Bellou, 2014). Alors, la typographie aurait alors une influence sur la lecture, et chacun y serait plus ou moins sensible.

On constate que la lisibilité de chaque caractère dépend de sa forme, de sa taille, de l'espacement et de l'empattement (Strizver, 2010, cité par Hlavacek, 2014). Par conséquent, l'aspect visuel des mots peut être perçu avec difficultés par certains lecteurs (Humble, 1997, cité par Hlavacek, 2014). L'étude de Klein (2010) démontre l'impact de la typographie sur le nombre d'erreurs et la vitesse de lecture des enfants dyslexiques avec une composante

visuelle. Lors d'une tâche de lecture sur support numérique, l'empan visuel correspond à une trentaine de caractères disposés de part et d'autre du point de fixation. Cet empan visuel varie en fonction de la tâche à traiter et des capacités du lecteur. Aussi, il est important que l'information visuelle soit nette et contrastée. En effet, quand les lettres partagent des traits communs avec des lettres voisines ou quand l'écriture est dense, on constate une réduction des saccades oculaires. En conséquence, il est recommandé d'adapter sa mise en page, notamment en utilisant une police sans serif, avec une taille agrandie et un interlignage étendu (Klein, 2010). Aussi, il est important de bien choisir la mise en page des caractères, en fonction de ses perceptions, de ses attentes et de ses difficultés.

### 3.3.2 Recommandations pour la mise en page numérique

La lecture dépend de la mise en page du texte. La British Dyslexia Association (2015) propose différentes recommandations pour faciliter la lecture des personnes dyslexiques et des utilisateurs tout-venant :

- *Adapter le support* : il est important d'utiliser un papier épais, sans couleurs éblouissantes. Les couleurs crème et pastel seront préférées.
- *Choisir la police de caractères* : utiliser des polices pleines, sans serif et à chasse fixe comme Arial et Comic Sans. Privilégier une taille minimum de 12 points, une couleur sombre sur fond clair (non blanc).
- *Choisir le style d'écriture* : éviter les textes soulignés et en italique, utiliser la fonction gras à la place. Écrire le texte en minuscule et les titres en gras. Préférer le style direct, la forme active et des phrases courtes.
- *Personnaliser la mise en page* : aligner le texte à droite, espacer les paragraphes et les lignes. Concevoir des lignes de 70 caractères maximum.
- *Favoriser l'accessibilité et la lisibilité* : proposer des schémas, des listes et des index. Éliminer les sigles et les abréviations. Introduire un correcteur orthographique si besoin. Renseigner les formats disponibles et permettre les personnalisations.

Ces recommandations sont utiles en particulier pour les personnes dyslexiques et les personnes déficientes visuelles. La question de la police de texte à choisir y est largement soulevée. En effet, certaines polices sont conseillées telles que *Verdana*, pour sa grandeur permettant une meilleure différenciation, *Calibri*, police par défaut de Microsoft Office pour sa préférence des internautes, *Dyslexie*, police spécialement conçue pour les personnes

dyslexiques reconnue pour son efficacité en lecture, ou encore *Sassoon*, police sans serif appréciée des jeunes enfants. D'autres recommandations ont été apportées ces dernières années. Selon Schiavo et Buson (2014), il est important d'utiliser des polices aidant la distinction visuelle, de tenir compte des espacements, du contraste et de la longueur des lignes. L'objectif étant d'améliorer la vitesse et la compréhension tout en réduisant les erreurs de lecture. De plus, plusieurs auteurs recommandent d'utiliser des textes courts et de restreindre les distractions visuelles (Bradley, 2002; Briem, 2002; List, 2001, cités par Ling et Van Schaik, 2006). Logiquement, écrire le texte en majuscule dans son intégralité est aussi déconseillé. Selon Breland et Breland (1944, cités par Thangaraj, 2004), lire exclusivement en majuscule réduit la vitesse de lecture de 20 %. C'est pourquoi Zarach (2002, cité par McCarthy et Swierenga, 2010), recommande l'utilisation de textes simples, courts, concis et sans jargon. De surcroît, d'autres recommandations existent dont celles de Ling et Van Schaik, suite à leur étude de 2006. Ils y conseillent principalement d'utiliser des lignes longues pour une lecture rapide et des lignes courtes pour une lecture plus approfondie et agréable. La police Arial, fortement préférée par les participants, est préconisée. Toutefois, par manque de preuves scientifiques, d'autres chercheurs refusent de mettre en avant certaines polices de caractères (Bigelow et Holmes, 2014, cités par le site de la BDA, 2015).

### 3.4 Des enrichissements apportés pour plus d'accessibilité

#### 3.4.1 L'accessibilité, un besoin grandissant

De tout temps, l'adaptation des écritures a existé pour faciliter la lecture de chacun. Au 14ème siècle, l'apparition d'espaces entre les lettres vient soulager la lecture laborieuse des moines de l'époque, appelée la « scripta continua » (Baccino, cité par Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). Aussi, l'introduction de la ponctuation et de l'espacement a permis la lecture silencieuse. Aujourd'hui encore, l'écriture est en mouvement. Elle évolue en parallèle de la langue : de nouveaux mots intègrent les dictionnaires, des polices numériques naissent tandis que le traitement de texte numérique se rapproche toujours plus près de l'écriture manuscrite. C'est pourquoi, face à l'utilisation grandissante des médias et des supports électroniques, la question de l'accessibilité de l'écriture est plus que jamais soulevée. L'accessibilité numérique, c'est favoriser l'accès aux contenus numériques en les rendant consultables et utilisables par tous quelles que soient les difficultés et les supports. En effet, adapter les sites web et les supports numériques permet aujourd'hui de faciliter l'accès à l'écrit au plus grand

nombre. Selon Nielsen (2008, cité par McCarthy et Swierenga, 2010), par ces nouvelles normes d'accessibilité, l'utilisateur gagne généralement en rapidité de travail et en satisfaction.

Selon Santos (2002), l'ordinateur et les différents supports numériques permettent de prendre du plaisir tout en travaillant les correspondances typographiques et les processus de lecture. Cependant, la clarté de la mise en page et la netteté des polices numériques restent complexes (Hill, 2006). De plus, d'après Microsoft en 2004, les normes d'accessibilité recommandées sont encore peu prises en compte par les concepteurs de sites web (Ling et Van Schaik, 2006). Cela entraîne inévitablement une mésestime de soi et une diminution des compétences en lecture chez tous les utilisateurs, dyslexiques et non-dyslexiques (McCarthy et Swierenga, 2010). Aussi, afin de faciliter l'encodage visuel, la mémorisation, la compréhension et donc la lecture globale des utilisateurs, des aides multisensorielles doivent être apportées sur écran.

### 3.4.2 Handicap et lecture

L'application des recommandations officielles, pour l'accessibilité numérique des personnes en situation de handicap, reste très faible. Seuls 19% des sites seraient conformes aux recommandations (McCarthy et Swierenga, 2010). Or, même si les adaptations viennent à manquer, on constate l'existence de certains logiciels intéressants, notamment pour les personnes aveugles et malvoyantes. En effet, plusieurs techniques permettent aujourd'hui aux personnes déficientes visuelles de mieux lire. Emancipées grâce à l'écrit et à la création du braille, les personnes malvoyantes utilisent désormais de nouvelles technologies (Maumet, 2011). Par exemple, les livres audio comme *Daisy* (Digital Accessible Information System) se développent de plus en plus pour offrir une plus large duplication des informations textuelles à partir de lecteurs CD. La voix humaine y est enregistrée et le texte structuré pour une lecture optimale des déficients visuels (Maumet, 2011). Aussi, des voix de synthèse et des polices spéciales comme *Tiresias*, sont désormais utilisables par les internautes déficients visuels. Elles permettent une meilleure lisibilité et un traitement numérique global.

Cependant, la lecture numérique reste problématique pour la majorité des personnes souffrant de handicap cognitif et de troubles de lecture (Kolatch, 2008, cité par McCarthy et Swierenga, 2010). En effet, les supports existants restent insuffisants et inadaptés. D'après la Commission des droits numériques du Royaume-Uni, les personnes en difficultés de lecture

regrettent le plus souvent une mise en page confuse, une navigation peu efficace et imprécise, des textes trop petits, une faible utilisation des colorations et un langage encore trop complexe (McCarthy et Swierenga, 2010). D'après Perera (2003, cité par Feely et al., 2005), les lecteurs déficients visuels préfèrent les polices pleines, sans serif, avec des couleurs sombres, une ponctuation moyenne et un espacement étendu. Par ailleurs, les principaux obstacles rencontrés par les utilisateurs dyslexiques sont souvent similaires à ceux des utilisateurs tout-venant. C'est pourquoi, la mise en page du texte doit être prise en compte pour tous. Selon Feely, Rubin, Ekstrom et Perera (2005), l'agrandissement de la taille de police peut être une solution. En effet, elle permet d'augmenter les capacités en lecture des déficients visuels légers à modérés. La vitesse de lecture est aussi améliorée quand la taille de police passe de 12 à 14 points. Ainsi, le choix de la police est crucial quand la taille d'impression ne peut être augmentée (Yager, Aquilante et Plass, 1998). *Arial* et *Comic Sans* sont d'ailleurs recommandées pour les lecteurs ayant une basse vision ou atteints de dyslexie (Evelt et Brown, 2005, cités par Rello et Baeza-Yates, 2013). En bref, des solutions peuvent être apportées aux utilisateurs en situation de handicap au moyen d'enrichissements personnalisés, simplifiés et adaptés à leurs besoins.

### 3.4.3 Applications, logiciels et supports existants

Les concepteurs de sites et de livres numériques doivent rendre toujours plus accessibles les supports de lecture. Chacun doit pouvoir utiliser internet, les e-books et les Smartphones, notamment les déficients visuels, les personnes dyslexiques et celles avec un faible niveau d'alphabétisation (Nielsen, 2005, cité par Ling et Van Schaik, 2006). En conséquence, différentes aides matérielles ont vu le jour. L'application *Bilexie* en est un exemple. Existant sur tablettes numériques et Smartphones, elle vise l'entraînement de la plasticité cérébrale en se basant sur l'image, le mouvement et le son, ceci à travers un alphabet conçu pour les personnes dyslexiques (Sauvageot, 2015). De son côté, la police *Dyslexie* a été conçue pour les personnes dyslexiques afin de leur rendre la lecture plus confortable (site Auxilidys, 2015). Les lettres sont espacées pour plus de volume, leur hauteur est variable, avec une base renforcée et des caractères plus ouverts. L'identification est alors facilitée, les caractères plus stables et facilement discernables. D'autres innovations tendent à faire leurs preuves. Le logiciel *ELSA*, d'Entraînement à la Lecture Savante, permet d'améliorer les compétences en lecture chez les enfants et les adultes. Il comprend sept séries d'exercices pour entraîner les divers comportements de lecture (Kieken, 2011). Le logiciel *SeeWord* permet quant à lui une

adaptation personnalisée de la mise en page par le lecteur (Gregor, Dickinson, Macaffer et Andreasen, 2003, cités par McCarthy et Swierenga, 2010). L'utilisateur peut aussi créer des multimédias selon ses besoins et ses préférences à l'aide du système *MultiReader* (Petrie, Weber et Fisher, 2005, cités par McCarthy et Swierenga, 2010). Par ces supports enrichis, des difficultés courantes telles que la fatigue oculaire, la lenteur de lecture et le manque de précision peuvent être contournées. Aussi, des facteurs humains et esthétiques doivent être pris en compte par les concepteurs afin de favoriser plus d'accessibilité, de motivation et de plaisir chez le lecteur (Moneta et Csikszentmihalyi, 1996, cités par Ling et Van Schaik, 2006).

## **4. Lecture sur écran et dyslexie.**

### 4.1 Les adaptations numériques pour dyslexiques

#### 4.1.1 Ce qui existe

Face à la place grandissante des dyslexiques dans notre société et à l'utilisation massive des supports électroniques, proposer des adaptations numériques respectueuses et développer la «dyslexie-friendly», semble essentiel (Schiavo et Buson, 2014). En effet, plusieurs chercheurs démontrent l'intérêt d'un formatage respectueux pour les personnes dyslexiques, afin de minimiser l'inconfort visuel et d'offrir plus d'accessibilité. Selon Serrano (1998, cité par Robert, 2000), la dyslexie est une pathologie «bio-psycho-sociale» qui nécessite une prise en charge pluridisciplinaire de la lecture et de l'individu. Aussi depuis plusieurs années, les nouvelles technologies s'inscrivent dans la pratique orthophonique, notamment dans la rééducation de la lecture chez les enfants dyslexiques (Robert, 2000). Par différents supports numériques tels que les tablettes ou les applications, les procédures d'assemblage et d'adressage sont stimulées. Ainsi, des aides techniques permettent de compenser la dyslexie. Par exemple, des logiciels de synthèse vocale comme *Balabolka* ou *Natural Reader* favorisent la précision de lecture et la compréhension avec une «intégration auditivo-visuelle» (Delamare, 2012). Le texte y est oralisé par plusieurs voix de synthèse que le lecteur peut choisir. D'autres logiciels tels *Omnipage*, traduisent des images de textes imprimés en fichiers de texte. On parle d'OCR ou de vidéocodage, c'est à dire de numérisation par reconnaissance optique de caractères. Par ces outils complémentaires aux rééducations classiques, l'orthophoniste exerce la mémoire, la vigilance et les gnosies

visuelles de l'enfant dyslexique. Dans leurs travaux, Ball et McCormack (cités par Madeira, Silva, Marcelino et Ferreira, 2015) exposent deux applications conçues pour les enfants dyslexiques. *Graphogame*, application en cours de création, qui adapte son contenu aux performances de l'enfant apprenti-lecteur. *Dysegxia*, créée en 2012, est une application espagnole basée sur l'amélioration des compétences orthographiques. Des exercices de substitution, de déviation, d'inversion y sont proposés selon le niveau de l'enfant.

De plus en plus, les orthophonistes incitent les enfants à utiliser des supports adaptés en classe et à leur domicile. Il s'agit essentiellement de logiciels de synthèse vocale ou «text-to-speech», d'applications basées sur des technologies de reconnaissance vocale, de correcteurs d'orthographe et de logiciels intuitifs (Schiavo et Buson, 2014). A ce jour, il existe des correcteurs orthographiques comme *American Wordspeller* et *Phonetic Dictionary*, des logiciels de reconnaissance vocale comme *Dragon Search* et *Dragon Dictate*, ainsi que des programmes de synthèse vocale tels *Web Reader* et *Captura Talk* (Kanvinde, Rello et Baeza-Yates, 2012). Les différentes études concernant ces outils attestent de leur efficacité pour automatiser la lecture, organiser la recherche visuelle, faciliter l'écriture et l'orthographe. D'autres outils numériques sont nés avec les tablettes et les Smartphones. Par exemple, *SLTR* ou *Span Limited Tactile Reinforcement*, qui est une méthode de lecture sur iPod. Elle propose une adaptation de textes à l'aide de grandes polices et de courtes lignes (Schneps, Thomson, Chen, Sonnert et Pomplun, 2013). De plus, elle permet une réduction du temps de fixation et une augmentation de la vitesse de lecture de l'ordre de 27 % sans altérer la compréhension du lecteur.

#### 4.1.2 Les points positifs

La lecture sur écran engendre des processus différents de ceux sur livre imprimé (Horton, 1989, cité par Bernard, Chaparro, Mills et Halcomb, 2003). En effet, elle active des zones cérébrales différentes et crée une activité neuronale supplémentaire dans les zones correspondant à la prise de décisions et aux raisonnements complexes (Small et al., cités par Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). Alors, la configuration change, l'attention est favorisée et de nouvelles capacités de lecture semblent en marche. De plus, au moyen de l'outil informatique, la personne dyslexique entre en concurrence avec elle-même, visualise ses difficultés et ne peut les nier (Robert, 2000). En situation de rééducation, le thérapeute peut alors paramétrer la cible phonémique ou syllabique, ajouter des distracteurs et créer des

exercices adaptés aux difficultés de l'enfant (Robert, 2000). Ce dernier devient acteur de sa rééducation et se sent moins observé, évalué.

Chez les utilisateurs dyslexiques, lire sur écran apporte des bénéfices au niveau de la vitesse de lecture, de la précision et de la compréhension (Schiavo et Buson, 2014). Plus précisément, la lecture numérique améliore la vitesse et la compréhension des jeunes adolescents dyslexiques ayant un faible niveau de lecture sur format papier (Kieken, 2011). Le support numérique n'est pas perçu comme un instrument de travail mais comme un moyen ludique de progresser. Les jeux vidéo en sont un bon exemple, source de plaisir et d'interaction, ils améliorent l'attention et la recherche visuo-spatiale chez certains enfants dyslexiques (Schiavo et Buson, 2014). Les jeux favorisent ainsi le travail en autonomie et l'entraînement de différentes fonctions telles que la mémoire, l'attention auditive, l'orientation spatiale et la coordination motrice (Madeira, Silva, Marcelino et Ferreira, 2015). Finalement, les adaptations numériques développent la multisensorialité des enfants dyslexiques mais peuvent parfois connaître des désavantages.

#### 4.1.3 Les points négatifs

Les différentes fonctionnalités intégrées aux supports numériques offrent de grandes possibilités aux enfants dyslexiques. Or, certaines limites apparaissent. Pour certains, les nouvelles technologies freinent la construction identitaire et la pensée des enfants qui les utilisent au quotidien. La rééducation par les tablettes et logiciels numériques crée parfois de l'instabilité et une surcharge cognitive chez ces enfants (Tisseron, cité par Morel, 2012). En effet, ils peuvent très vite se perdre dans le flot d'informations et de liens proposés par ces supports d'un nouveau genre. De plus, ils s'y attachent, s'exposent et s'identifient aux informations proposées par l'écran. C'est pourquoi, il y a souvent un risque de dépassement de soi et d'hypersensibilité développé au contact des supports numériques.

Aussi, les enrichissements apportés ne s'avèrent pas toujours efficaces et adaptés aux utilisateurs en difficultés de lecture. C'est le cas des correcteurs orthographiques selon Plakopiti et Bellou (2014). En effet, ils entraînent des interruptions dans la lecture et provoquent des difficultés de compréhension chez les jeunes lecteurs. Les polices de caractères trouvent aussi leurs limites. Souvent décriées par les chercheurs pour leur manque de lisibilité, les polices en italique portent particulièrement à confusion et freinent la vitesse

de lecture (Foster et Bruce, 1982, cités par Thangaraj, 2004). De plus, d'après la BDA, beaucoup d'utilisateurs trouvent les polices spécialisées trop coûteuses et parfois réservées aux adultes. Le vocabulaire employé reste complexe (Rello, Kanvinde et Baeza-Yates, 2012) et certains dyslexiques regrettent la présence d'un dictionnaire interactif dans les logiciels spécialisés. Quant aux logiciels de synthèse vocale, ils demandent une attention auditive continue et l'utilisation d'un casque, qui coupe l'enfant du monde environnant et du thérapeute (Delamare, 2012).

## 4.2 L'importance du choix de la police de caractères

### 4.2.1 Bien choisir sa police de caractères

Écrire est indispensable au lecteur qui souhaite laisser une trace de sa pensée. Selon Santos (2002), «l'écrit se donne à voir». Aussi, le choix des caractères, de leur type, de leur taille et de la police doit être pris en compte. La taille et le style des caractères employés affectent la lisibilité du lecteur (Sanocki, 1991, cité par Bernard et al., 2003). En effet, plusieurs études récentes attestent que le type de police influence le rendement et les performances en lecture (Rello et Baeza-Yates, 2013). La police de caractères donne du sens au mot qu'elle illustre (Drillon, 2012). Aussi, elle désigne un ensemble de signes qui composent une famille avec un même type de tracé. Selon Hill (2006), le lecteur s'imprègne d'abord du caractère au moyen de la vision. Il s'intéresse tout particulièrement à la forme de la lettre, à ses contours et ce que cela procure chez lui. Pour certains, la lecture donne du plaisir, suscite de l'intérêt. Pour d'autres, lire sème le doute et la souffrance.

La police de caractères prend donc une connotation différente selon le lecteur et la situation de lecture. D'après Drillon (2012), chaque lecteur attribue un sexe et une fonction aux polices de caractères. Élégantes, gothiques, féminines ou agressives, les polices semblent alors influencer notre lecture, notre compréhension et notre rapport aux mots. Selon Davies (2002, cité par Thangaraj, 2004), les lettres géométriques grasses paraissent plus masculines que les lettres arrondies ou bouclées. Aussi, chacun doit pouvoir utiliser une police de caractères avec laquelle il se sente à l'aise (Zikla et al., 2015). Finalement, la BDA préconise deux polices de caractères, *Arial* et *Comic Sans*, à partir de preuves empiriques et d'associations de personnes dyslexiques (Rello et Baeza-Yates, 2013). D'autres polices substitués sont aussi proposées telles que *Verdana*, *Tahoma*, *Century Gothic* et *Trébuchet*. De plus, plusieurs

auteurs ont démontré que le type de police est important dans les tâches de lecture et de compréhension (Davidov, 2002, cité par Ling et Van Schaik, 2006). Cependant, il n'a aucun effet significatif sur la recherche visuelle et la récupération d'informations.

#### 4.2.2 Les apports de la police de caractères

La littérature relate que la mise en page du texte influence la lecture des personnes dyslexiques (Rello, Baeza-Yates, 2013). Selon Zelinkova (2003, cité par Zikla et al., 2015), l'espacement interlignes et la police de caractères ont un impact sur la lecture des enfants dyslexiques. De plus, manipuler le texte visuellement augmente la vitesse de lecture de ces enfants de 10%, en réduisant les erreurs de 50% (Zorzi et al., 2012, cités par McCandliss, 2012). D'après Perea et al. (2011, cités par McCandliss, 2012), cela améliore aussi la compréhension. En outre, l'intégration d'enrichissements spécifiques au texte serait favorable à tous les lecteurs, dyslexiques ou non-dyslexiques (McCarthy et Swierenga, 2010).

«La dyslexie est liée à la forme écrite du discours et donc à la police de caractères employée» (Hlavacek, 2014). Or, il existe à ce jour plus de cent mille polices de caractères (Drillon, 2012). Selon Childers et Jass (2002, cités par Thangaraj, 2004), la police se définit par quatre propriétés : son trait, son poids, sa taille et son orientation. Le trait comprend la forme, le contour et le style du caractère. Le poids rend compte de sa largeur. La taille varie en fonction des modifications apportées (italique, gras par exemple). L'orientation dépend quant à elle de l'inclinaison du caractère, visible dans la fonction italique. De ce fait, les polices peuvent avoir des formes, des styles et des utilisations différentes. Une bonne police de caractères permet une lecture fluide et confortable, sans fatigue (Hlavacek, 2014). Aussi, seuls quelques millimètres peuvent modifier l'esthétique d'une police de caractères (Boser, 2003, cité par Thangaraj, 2004). Elle doit donc être prise en compte et adaptée en fonction des besoins de chacun car « les caractères affectent la lisibilité du texte » (Mackeben, 1999, cité par Arditi et Cho, 2005). D'après Speikermann et Ginger (2003, cité par Thangaraj, 2004), le sens du texte peut varier selon la police choisie. Son choix influence alors la perception et l'interprétation du lecteur, notamment quand il est dyslexique. De fait, les enfants dyslexiques sont plus sensibles à l'encombrement visuel ou «crowding» (Whitney et Levi, 2011, cités par McCandliss, 2012). La vitesse de lecture est alors liée à ce phénomène (Martelli, Filippo, Spinelli et Zoccolotti, 2009, cités par McCandliss, 2012), variant selon les sujets.

### 4.2.3 Les préférences des personnes dyslexiques

Les personnes souffrant de dyslexie expriment d'eux-mêmes des préférences en matière de police. Selon la BDA (2015), elles utilisent plus facilement des polices sans serif qui contiennent de grandes ascendantes et descendantes, une différenciation non-inversée entre b/p et p/q, des lettres arrondies et un espacement inter-lettres. Les polices serif, composées de queues et d'extensions limitent la reconnaissance des lettres chez les personnes dyslexiques. Ces derniers ayant une préférence pour les polices proches de l'écriture manuelle, ils tendent à délaisser les polices avec empattement, dites serif. Ainsi, les polices *Arial*, *Verdana* et *Helvetica* sont largement préférées aux autres polices par les personnes dyslexiques (Rello et Baeza-Yates, 2013). Les polices en italique, telles *Arial It.* et *OpenDys It.*, sont au contraire négligées. Quant à *Times New Roman*, police par défaut largement utilisée sur ordinateur, elle semble plus difficile à lire et moins appréciée qu'*Arial* par les utilisateurs (Bernard, Chaparro, Mills et Halcomb, 2003). Selon Woods et al. (2005, cités par Leeuw, 2010), cette préférence relève de la taille d'*Arial*, plus grande dans le même point que *Times New Roman*. Les caractères d'*Arial* seraient alors plus discernables et lisibles. Aussi, Bernard et al. (2003, cités par Ling et Van Schaik, 2006), constatent une préférence pour les polices sans serif chez les utilisateurs malgré une amélioration de la vitesse de lecture avec les polices serif. Par ailleurs, certaines polices sont fortement décriées aujourd'hui. C'est le cas de *Comic Sans*, classée parmi les 50 pires inventions par Time Magazine pour son côté trop sympathique et puéril (Drillon, 2012). D'autre part, les polices spécialement conçues sont largement appréciées, notamment la police *Dyslexie* créée en 2008 par Boer. D'après le distributeur exclusif de la police (Auxilidys, 2015), *Dyslexie* donne plus de plaisir à lire pour 65% des enfants dyslexiques testés en 2013. Aussi, la police est recommandée aux autres personnes dyslexiques par 84 % d'entre eux et 78 % affirment qu'utiliser *Dyslexie* améliore leurs performances au travail. Ainsi, les effets du choix de la police de caractères sur la lecture restent matière à débat.

## 4.3 Les polices numériques existantes

### 4.3.1 Naissance des polices numériques

Des milliers de polices de caractères existent aujourd'hui. A l'origine, la police de caractères était imprimée. Ainsi, la première police imprimée, *Textura*, a été créée par Gutenberg en

1440, à partir d'un système de matrices et de moules (Drillon, 2012). Les caractères y étaient mobiles et proches de l'écriture manuscrite. Or, face à l'explosion du numérique et aux nouvelles habitudes de communication, les polices standards ont dû peu à peu laisser place aux polices numériques. En effet, *Comic Sans* a été créée en 1994 par Microsoft pour «rendre plus attrayants certains logiciels» (Drillon, 2012). Quant à elle, la police *Helvetica* a vu le jour en 1957 par Miedinger et Hoffmann. D'après Hustwit (2007, cité par Drillon, 2012), *Helvetica*, neutre et facilement utilisable, serait la panacée en matière de police de caractères : «Vous pouvez dire je t'aime en Helvetica, à la rigueur en Helvetica gras si vous voulez y mettre de la fantaisie, mais vous pouvez dire je te hais, aussi bien». Selon Hill (2006), cette police est efficace, nette et confortable pour le lecteur. La police *Arial*, créée en 1990 par Nicholas et Saunders, en est le dérivé. De leur côté, les créateurs de *Times New Roman* ont voulu une police de caractères moins triangulaire, plus resserrée et verticale (Morison et Lardent, 1932, cités par Hill, 2006). Conçue pour le titrage et la lecture profonde, elle tend à être élégante, proche du tracé à la plume et universelle.

De plus, plusieurs études ont prouvé que certaines polices numériques relèvent d'investissements commerciaux pour attirer les consommateurs (Thangaraj, 2004). En effet, de nombreuses entreprises et publicités s'engagent dans la conception de polices pour se faire connaître et augmenter leur chiffre d'affaires. Rogener et al. (cités par Thangaraj, 2004) soulignent le rôle de la police de texte, particulièrement dans la politique commerciale de Mercedes, Nivea et Marlboro. La nouveauté de la police, son style et son rapport implicite au produit tendent à attirer le lecteur (Tantillo, 1995, cité par Thangaraj, 2004).

#### 4.3.2 Classifications et explications

Les polices numériques se différencient par leur forme, leur usage, leur empattement et leur conception (Hill, 2006). C'est pourquoi, certains chercheurs ont tenté de les classer en plusieurs groupes. En 1986, Solomon (cité par Thangaraj, 2004), constitue cinq groupes de polices : romanes, scriptes, gothiques, ornementales et périodiques. La même année, Morrison (cité par Thangaraj, 2004), regroupe aussi les polices en cinq catégories distinctes : de style ancien, transitionnelles, modernes, serif et sans-serif. Les polices serif ou à empattements se distinguent par «des petits traits horizontaux à la tête et aux pieds des jambages» (Klein, 2010). Exemple en *Times New Roman* : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0, . ;

Quant à elles, les polices sans serif ne disposent pas d'empattements et se veulent plus modernes. Exemple en *Arial* : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0, . ; : ? ! à é è ê ë ô ï Æ É.

Or, la classification de Vox créée en 1954 reste la plus utilisée, notamment par l'Association Typographique Internationale (Hill, 2006). Le «système Vox» décline les polices de caractères en 9 catégories principales en se référant à des principes techniques, visuels ou historiques. Les catégories de Vox (cité par Hill, 2006) sont :

- Les *Humanes* : créées en 1470 à partir de l'écriture romaine, elles se définissent par une ouverture des caractères, un axe oblique et une inflexion du tracé. Les empattements sont lourds et parfois obliques (dans les minuscules et les pieds).  
Exemples de polices Humanes : Centaur, Adobe Jenson.
- Les *Garaldes* : créées en 1450, ce sont des polices esthétiques inspirées d'Aldine et Garamond. Elles ont des queues articulées, des contreformes élargies, un axe oblique et des empattements plats. Le contraste y est moyen, les extrémités sont géométriques.  
Exemples de polices Garaldes : Bembo, Palatino et Lucida.
- Les *Réales* : créées au 17ème siècle pour l'imprimerie royale, ces polices sont d'aspect rigide avec un axe et des empattements verticaux, un contraste élevé et des apex pointus. Exemples de polices Réales : Baskerville, Perpetua, Times New Roman.
- Les *Didones* : créées au 18ème siècle, elles sont souvent utilisées pour le titrage et les courts textes. Polices au contraste appuyé, avec des apex pointus, de fins empattements à angle droit, elles peuvent varier au niveau de la chasse et de la graisse. Exemples de polices Didones : Caledonia, Bodoni.
- Les *Mécanes* : polices géométriques créées pour le design et la publicité, elles comprennent des larmes et des queues prononcées, un faible contraste et un axe vertical. Les empattements sont épais et angulaires.  
Exemples de polices Mécanes : Scala, Seria, Memphis.
- Les *Linéales Humanistes* : d'influence industrielle, elles comprennent une faible graisse, un tracé vertical, peu de contraste et un œil moyen (hauteur de la lettre sans l'ascendante). Exemples de polices Linéales Humanistes : Gill Sans, Myriad.
- Les *Linéales début de siècle* : créées au 19ème siècle par l'architecture et l'industrie, ces polices sont classiques, sans serif, avec une large chasse et un contraste variable.  
Exemples de polices Linéales début de siècle : Franklin Gothic, Tempo, Gotham.

- Les *Linéales milieu de siècle* : créées vers 1950, elles comportent un œil haut, un faible contraste, une chasse étroite efficace dans les petits corps. L'épaisseur est régulière. Exemples de polices Linéales milieu de siècle : Helvetica, Arial, Verdana.
- Les *Linéales géométriques* : polices rigoureuses, rondes avec un tracé monolinéaire. Les formes y sont simples et le contraste nul.  
Exemples de polices Linéales géométriques : Kabel, Pop, Futura.

D'autres catégories complémentaires ont été introduites dans cette classification :

- Les *Incises* : polices d'origine germanique du domaine de la gravure, elles sont largement utilisées pour le titrage. Elles sont ciselées, souvent en capitale et composées de terminaisons aiguës ou inclinées.  
Exemples de polices Incises : Albertus, Lithos, Sophia.
- Les *Scriptes* : tirées du Moyen Âge, ce sont des polices calligraphiques. Elles comprennent des inclinaisons, un œil bas, de longues ascendantes et descendantes, des pleins et des déliés. Exemples de polices Scriptes : Pœtica, Ex Ponto.
- Les *Caractères fantaisie* : créées pour l'industrie et le titrage, elles comportent des décorations, des images, des remplissages et des contours ornementaux.  
Exemples de polices Caractères fantaisie : Scala Jewel, Pepperwood, Zebrawood.
- Les *Gothiques* : polices composées de caractères brisés, appelés «fractures». Elles se distinguent par un fort contraste, un axe oblique, un trait épais et de petites minuscules.  
Exemples de polices Gothiques : Clairvaux, Duc de Berry, Linotext.
- Les *Hors classification* : certaines polices ne peuvent intégrer une catégorie définie, à cause de leur forme, de leur contraste ou de leur conception. Elles sont souvent trop abstraites, incomplètes ou contradictoires.  
Exemples de polices Hors classification : Penumbra, Fudoni, Scratched Out.

Ainsi, certaines polices sont encore peu utilisées et reconnues, alors que d'autres sont fortement décriées. En conséquence, de nouvelles polices numériques apparaissent pour plus d'accessibilité.

#### 4.3.2 Des polices spécialement conçues

La BDA (2015) rend compte de quatre polices conçues spécialement pour les personnes en difficultés pour lire, et plus particulièrement pour les dyslexiques. Il s'agit de *Lexia Readable*,

*OpenDyslexic*, *Read Regular* et *Dyslexie*. Seule la police *Dyslexie* est payante. On remarque aussi l'existence d'autres polices spécialisées, telles que *Sassoon*, créée pour les lecteurs précoces mais aussi conseillée pour les personnes dyslexiques, et *Sylexiad* (Hillier, 2008, cité par Rello et Baeza-Yates, 2013). Une autre police tend aussi à faire ses preuves, *EasyReading* (Bachmann, 2013). Outil de compensation visant à simplifier la lecture pour les enfants dyslexiques, *EasyReading* est une police serif basée sur une conception singulière. Elle comprend une grande taille, des empattements spécifiques, des espacements interlettres, intermots et interlignes. Le texte n'est pas justifié et le retour à la ligne suit le débit naturel de lecture. D'après Manzoni, son créateur, *EasyReading* a «des caractéristiques graphiques spécifiques qui aideraient les personnes dyslexiques à mieux lire» (cité par Bachmann, 2013). En comparaison avec la police *Times New Roman*, *EasyReading* a un impact significatif sur la vitesse et la précision de lecture chez les élèves dyslexiques, tout lecture confondue. De plus, elle semble largement préférée à *Times New Roman* par les étudiants testés dans l'étude de Bachmann (2013).

Les polices spécialement conçues pour les personnes en difficultés de lecture ont plus ou moins les mêmes caractéristiques. Elles comprennent notamment des lettres plus grandes, plus travaillées, des caractères facilement identifiables et des espacements augmentés. Aussi, il existe un véritable bénéfice pour l'apprenti-lecteur quand il lit dans une «police irrégulière» (Diemand-Yauman, Oppenheimer et Vaughan, 2011, cités par French et al., 2013). Déjà en difficultés, l'enfant focalise encore plus son attention pour traiter toutes les informations, les comprendre et les retenir. De plus, il semble que les caractères plus larges soient plus agréables à lire (Bouma, 1971; Rudnicky et Kolers, 1984, cités par Bernard, Chaparro, Mills et Halcomb, 2003). En effet, une police de taille 14 permet de lire plus vite aux enfants comme aux adultes (Chaparro, Mill et Halcomb, 2002, cités par Leeuw, 2010). Or, différencier les tailles de polices à l'œil nu s'avère souvent difficile pour le lecteur. C'est pourquoi, il serait important de déterminer la taille et la police la plus efficace à utiliser pour les lecteurs en difficultés.

## 4.4 Les études sur le sujet

### 4.4.1 Débat permanent entre les polices serif et sans serif

La question du choix de la police de caractères est toujours d'actualité. En effet, deux types de polices s'opposent principalement dans la littérature : les polices serif et les polices sans serif (Hlavacek, 2014). Les polices sans serif permettent de mieux distinguer les caractères (Klein, 2010). Elles tendent à améliorer la vitesse de lecture (Wilkins et al., 2007, cités par Leeuw, 2010) et sont largement recommandées par les concepteurs web (W3C, 2004, cité par Ling et Van Schaik, 2006). Aussi, à basse luminosité, la police sans serif est mieux perçue par le lecteur (Yager, Aquilante et Plass, 1998). Pour de nombreux chercheurs, la police n'a pas besoin d'ornements pour être efficace. Effectivement, les empattements restent petits et dérisoires par rapport à la taille du caractère. D'après Ginsburg en 1981 (cité par Arditì et Cho, 2005), les informations spatiales régulières ne permettent pas une meilleure reconnaissance des lettres. De plus, les empattements réduiraient la lisibilité, notamment en présence de petits caractères (Morris, Aquilante, Yager et Bigelow, 2002, cités par Arditì et Cho, 2005). Leeuw (2010) compare même les empattements à des «facteurs de bruit», source de distraction pour le lecteur. Aussi, une étude récente démontre l'efficacité des polices sans serif à chasse fixe, de style roman pour améliorer les performances en lecture des enfants dyslexiques. Plusieurs polices sont alors recommandées : *Arial*, *Helvetica*, *Courier*, *Verdana* et *CMU* (Computer Modern-Unicode). Effectivement, *Arial* est souvent conseillée dans la littérature pour lire plus vite et plus facilement (Evet et Brown, 2005, Lockley, 2002, cités par Rello et Baeza-Yates, 2013). Or, de son côté, *Arial It.* est vivement déconseillée (Rello et Baeza-Yates, 2013).

Cependant, la littérature expose une toute autre position avec les recherches sur les polices serif, avec empattements. Selon McLean (1980, cité par Arditì et Cho, 2005), les empattements favorisent la discrimination et la clarté de la lecture « en créant un code spatial des formes complexes ». Par leurs extensions, les polices serif permettent de lire plus vite sans se fatiguer (Rubinstein, 1988, cité par Arditì et Cho, 2005). Les traits ornementaux apportés à chaque caractère favorisent la perception des traits principaux et leur contour. En effet, l'accumulation d'empattements augmente l'espacement entre les lettres pour une meilleure lisibilité (Arditì et Cho, 2005). Quant aux empattements horizontaux, ils facilitent le suivi des yeux sur la ligne de base du texte. C'est pourquoi International Dyslexia Centre préconise la police *Times New Roman* (Hornsby, 1986, cité par Rello et Baeza-Yates, 2013). D'après

Barton (2005, cité par Hlavacek, 2014), elle serait plus efficace que la police *Arial* dans les traitements informatiques de type tableur. D'autres études rapportées par Zikla, Bartosovab, Viskovac et al. (2015), expliquent que les polices serif aident certains lecteurs à poser leur regard sur la ligne. Finalement, alors que de nouvelles polices voient le jour, aucune preuve concrète ne permet aujourd'hui de favoriser l'une ou l'autre de ces polices d'écriture.

#### 4.4.2 Effets des polices spécialement conçues

Depuis quelques décennies, la science a démontré que le cerveau des personnes dyslexiques fonctionne différemment (Habib, 1999, cité par Robert, 2000). De ce fait, des adaptations typographiques, en particulier des polices de caractères spécifiques, ont spécialement été créées pour offrir plus d'accessibilité à cette population. Les polices spécialement conçues ont des caractéristiques qui aident les dyslexiques lors de la lecture. Par exemple, l'augmentation de l'espace entre les lettres d'un mot permet aux enfants dyslexiques de gagner en rapidité et de faire moins d'erreurs de lecture. Des polices comme *OpenDyslexic* ou *Dyslexie* (site d'Auxilidys, 2015) ont une base de gravité accentuée, ce qui permet d'éviter que le caractère soit «retourné». Ainsi, [p] et [b] ne sont plus confondus. Par ailleurs, ce phénomène rend la ligne de base plus stable. En général, les polices conçues pour les dyslexiques présentent des caractères avec une ouverture plus large qui facilite leur identification. Le «rond du a» est agrandi, la distance entre le sommet du bâton et le rond est augmentée etc... Elles proposent également d'incliner certains caractères afin d'éviter la ressemblance avec d'autres. Cela limite le risque d'effet miroir. Toujours dans l'optique de limiter les confusions, elles rallongent souvent les barres des ascendantes et descendantes. De plus, la hauteur des caractères est fréquemment augmentée sans modifier la largeur, ceci afin de créer de l'espace et d'améliorer la reconnaissance visuelle de chaque caractère. Aussi, pour améliorer la compréhension des enfants, les lettres en majuscule et la ponctuation sont grossies. Cela améliore la perception des débuts et des fins de phrases.

Or, l'efficacité de ces polices particulières est incertaine tant les études sur le sujet sont récentes et les résultats peu significatifs (Rello et Baeza-Yates, 2013). Depuis les années 2000, les conclusions des chercheurs restent souvent pauvres, variables et contradictoires. Seule la police *Dyslexie* semble avoir recueilli quelques preuves scientifiques. En effet, une étude de 2010 (site d'Auxilidys, 2015) démontre que *Dyslexie* améliore les performances en lecture en réduisant le nombre d'erreurs chez les personnes dyslexiques. En février 2013, une

nouvelle expérimentation auprès de 183 enfants dyslexiques de huit à 12 ans, révèle une diminution de 16 % des erreurs de lecture. De plus, la fatigue est réduite chez 48 % des participants. Finalement, avec *OpenDyslexic*, *Dyslexie*, *Read Regular*, *EasyReading*, etc..., les créations s'enchaînent sans réelle démonstration de leur portée. A ce jour, seule la macrotypographie reste efficace pour les personnes dyslexiques (Rello et Baeza-Yates, 2013).

#### 4.4.3 Vers une police plus adaptée

D'après Hlavacek (2014), le choix de la police de caractères influence la vitesse de lecture et les erreurs d'oralisation chez les personnes souffrant de dyslexie. Aussi, chaque utilisateur dyslexique doit pouvoir modifier et personnaliser la police de caractères pour plus de lisibilité et de confort de lecture. Même si les troubles persisteront toujours, adapter la police de caractères reste important pour soulager les lecteurs en difficultés. Or, peu d'études se sont intéressées à l'impact du type de police choisie sur la lecture des enfants dyslexiques. La plupart des recherches se sont principalement penchées sur la question de l'accessibilité, la mise en page web (Rello, Kanvinde, Baeza-Yates, 2013) ou la taille de police (O'Brien, Mansfield et Legge, 2005, cités par Rello et Baeza-Yates, 2013). Selon Rello et Baeza-Yates (2013), le type de police influence la durée de fixation et la vitesse de lecture. Aussi, bon nombre de polices spécialement conçues pour les dyslexiques sont appréciées pour ces raisons par cette même population. Cependant, même si ces polices tendent à se faire connaître et à recueillir l'adhésion des dyslexiques, beaucoup d'entre eux ne souhaitent pas les employer au quotidien, tant elles marquent leur handicap.

Les polices *Arial* et *Times New Roman* sont les plus utilisées pour la lecture sur écran et sur papier (Chapman, 2011, cité par Rello et Baeza-Yates, 2013). D'autres polices spécialement conçues comme *OpenDyslexic* sont quant à elles de plus en plus conseillées. L'étude de Zikla et al.(2015), qui compare les polices *Arial* et *OpenDyslexic*, met en avant deux phénomènes : bien que ce soit dans de petites proportions, les enfants dyslexiques lisent plus de mots et font moins d'erreurs avec *OpenDyslexic* qu'avec *Arial*. Cette étude a montré que les impacts des polices étaient variables selon les enfants. Il semblerait que les variabilités interindividuelles, l'éducation et les expériences des enfants prennent une grande part dans ces préférences. De même, les différents types de dyslexies et les étiologies variables de celles-ci expliquent que tous les enfants ne réagissent pas pareil selon les polices proposées. C'est pourquoi, une police de texte spécifique pourrait être bénéfique à un type de dyslexie.

## Constats

Bien que quelques expériences aient été menées sur l'importance du choix de la police de caractères pour les personnes dyslexiques, les résultats divergent. Aussi, déterminer la forme d'écriture la plus adaptée aux troubles de la lecture reste difficile. Or, on sait que les nouvelles technologies jouent un rôle important dans l'adaptation et l'individualisation de l'activité de lecture chez les enfants dyslexiques (Interaktivni, 2014, cité par Zikla, Bartosovab, Viskovac et al., 2015). Aussi, par différents supports attrayants et sources de motivation, bon nombre d'enfants peuvent désormais accéder à la lecture. Selon leurs besoins, des adaptations peuvent être proposées et modifiées par chacun, notamment au niveau de la mise en page (taille et type de police, espacement, arrière-plan...). C'est pourquoi, les chercheurs soumettent de plus en plus l'idée de transférer ces enrichissements numériques sur livre interactif (Interaktivni, 2014, cité par Zikla, Bartosovab, Viskovac et al., 2015). D'après Zikl (2011, cité par Zikla, Bartosovab, Viskovac et al., 2015), les technologies d'information et de communication sont de nouveaux outils indispensables à une meilleure perception, attention, et mémorisation de l'enfant en apprentissage. Par ailleurs, des programmes d'entraînement réguliers ont déjà fait leurs preuves pour améliorer la perception visuelle et les performances en lecture des enfants dyslexiques (Bedoin, Kéitã, Leculier et al., 2010). De courts entraînements sur jeux vidéo ont par exemple permis d'améliorer l'attention spatiale, tout en réduisant l'encombrement visuel (Green et Bavelier, 2007, cités par McCandliss, 2012).

Le choix d'une police de caractères serif, sans serif ou spécialement conçue pour les personnes dyslexiques fait toujours débat chez les spécialistes. Certaines polices privilégiées pour les dyslexiques comme *OpenDyslexic* reposent seulement sur des avis empiriques, non des preuves scientifiques. C'est pourquoi, en parallèle d'un entraînement, une étude comparative des polices de caractères recommandées pour les personnes dyslexiques est intéressante, en lien avec les étiologies de la dyslexie.

## **Questionnements et hypothèses**

On sait que la police de caractères joue un rôle déterminant dans la lecture. Lire sur écran s'avère aussi fortement bénéfique aux personnes dyslexiques. Or, la littérature n'arrive pas à se mettre d'accord sur le choix de la police de texte la plus adaptée aux enfants en difficulté de lecture. A ce jour, personne ne peut affirmer l'efficacité supérieure de telle ou telle police selon le type de difficultés en lecture. Aussi, existe-t-il une police de caractères numérique plus pertinente pour la lecture des enfants en contexte dyslexique, et ce en fonction de l'origine de leurs troubles ?

Nous savons que la police influence les apprentissages et la lecture, ainsi nous supposons que sur trois polices testées au cours d'un entraînement, l'une d'elles sera plus efficace et préférée par les participants. Nous pensons que les données subjectives fourniront une base d'informations intéressantes à prendre en compte. Finalement, nous supposons qu'il y aura un effet différentiel de la police de caractères, plus ou moins distinct selon l'origine des troubles.

## **Objectifs**

Notre objectif principal est de travailler auprès d'enfants en difficulté de lecture ou diagnostiqués dyslexiques, au moyen d'une expérimentation. Nous souhaitons prouver les effets de la police de caractères sur la vitesse de lecture, les erreurs d'oralisation et le plaisir de lire. Notre objectif secondaire est de déterminer la police de caractères la plus efficace pour les enfants dyslexiques, en fonction de l'origine de leurs troubles en lecture, visuelle ou phonologique.

# MÉTHODE

## 1. Participants

### 1.1 Caractéristiques de l'échantillon

Afin de répondre à la question de recherche de la présente étude, des enfants ont été sélectionnés au sein des lieux de stage des étudiantes sur le secteur de Nantes et de Lorient. Ainsi, l'échantillon se compose de huit enfants, trois garçons et cinq filles. Âgés de huit à treize ans, ils sont scolarisés du CE2 à la cinquième et ont un suivi régulier en orthophonie pour des difficultés en lecture, isolées ou non. Certains sont diagnostiqués dyslexiques, d'autres présentent un simple retard de lecture. De plus, chaque enfant possède un support numérique à son domicile, tablette ou ordinateur. Afin d'évaluer les impacts de la police de caractères sur la lecture de chacun, trois groupes d'enfants homogènes ont été constitués à partir de leurs âges et de leurs résultats aux pré-tests. Les enfants sont répartis de la manière suivante : trois enfants dans le groupe 1 où la police *OpenDyslexic* est testée, deux enfants dans le groupe 2 où la police *Arial* est testée et trois enfants dans le groupe 3 où la police *Times New Roman* est testée. Un effectif de 30 enfants par groupe aurait été préférable, mais des raisons pratiques et humaines n'ont pas permis de recruter un tel nombre d'enfants.

### 1.2 Sélection des participants

#### 1.2.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour cette étude, le choix des participants relève d'un échantillonnage non probabiliste, dit accidentel. En effet, les enfants sont sélectionnés sur les lieux de stage des étudiantes selon différents critères liés à leur âge, leurs difficultés et leur suivi. Dans la littérature, l'effet du sexe et de la latéralité manuelle sur l'apprentissage de la lecture n'est pas prouvé. Ainsi, l'échantillon comprend trois garçons et cinq filles, indifféremment droitiers ou gauchers. Plusieurs critères d'inclusion sont alors respectés :

- Avant tout, chaque participant doit présenter des difficultés en lecture, relevant d'un simple retard ou de troubles dyslexiques. Or, les troubles de la lecture étant souvent liés à d'autres déficits tels que la dysphasie et la dysorthographe par exemple, les troubles associés sont acceptés dans cette étude. On compte ainsi quatre participants diagnostiqués dyslexiques avec des troubles associés pour trois d'entre eux : un enfant se révèle dysgraphique visuo-spatial, deux possèdent une dysorthographe associée.

Les quatre autres enfants ont des troubles en lecture, associés à des difficultés en orthographe. Dans leur cas, le bilan orthophonique rend compte de troubles du langage écrit de type dyslexie-dysorthographe bien qu'il n'y ait pas de diagnostic de dyslexie posé.

- Les enfants sont âgés de huit à treize ans et scolarisés du CE2 à la cinquième. Les participants sont déjà lecteurs, ils sont âgés d'au moins huit ans. Au moins deux ans se sont donc écoulés depuis le début de leur apprentissage de la lecture. Aussi, sélectionner des enfants seulement à partir du CE2 permet de contourner des difficultés inhérentes à l'apprentissage de la lecture et au changement de cycle. De plus, par leur âge et leur expérience de la lecture, les participants sont susceptibles d'être plus sensibles aux effets de la police de texte. D'autre part, pour limiter l'implication de problématiques adolescentes souvent précoces et l'apparition de nouveaux comportements dus à la maturité des participants, l'âge de recrutement des enfants est plafonné à treize ans. En effet, cela permet que les participants se trouvent dans un système «écolier» ou le fait de faire ses devoirs et de pratiquer régulièrement l'entraînement reste un plaisir qui n'est pas entravé par des problématiques amoureuses ou conflictuelles apparaissant fréquemment lors de la seconde moitié du collège.
- Le diagnostic et le suivi orthophonique sont aussi des critères d'inclusion majeurs. En effet, chaque participant doit avoir commencé une rééducation en orthophonie faisant suite à un bilan étalonné et normé. Par ce biais, les difficultés en lecture sont attestées et des remédiations sont proposées par le thérapeute. Aussi, l'inclusion à l'étude repose sur les résultats aux pré-tests menés par nos soins. En effet, au moyen de la BALE et d'EVADYS, la persistance du trouble en lecture et l'existence de difficultés visuo-attentionnelles peuvent être vérifiées, et des groupes homogènes d'enfants sont constitués pour l'étude.
- D'autre part, il est nécessaire que chaque participant possède et sache manipuler un support numérique de type tablette ou ordinateur, afin de pouvoir réaliser l'entraînement à domicile.

Finalement, nous avons pris en compte les critères d'exclusion suivants :

- enfants sans difficultés de lecture

- enfants trop jeunes, non-lecteurs (n'ayant pas une lecture assez fonctionnelle pour apprécier les changements induits par la police de caractères, et ayant débuté l'apprentissage de la lecture il y a moins de deux ans)
- enfants trop âgés (ayant trop bien compensé leurs difficultés en lecture ou entrant dans des problématiques adolescentes)
- enfants non suivis en orthophonie (n'ayant pas été bilantés par un orthophoniste et n'ayant pas de suivi régulier)
- enfants ne possédant pas de support numérique, utile à la réalisation du protocole

### 1.2.2 Consentement des familles et remise du matériel

Afin de s'assurer d'une participation volontaire de chacun au projet pré-expérimental, un premier courrier d'information est transmis aux représentants légaux de chaque enfant dès novembre 2015. En complément, un rendez-vous est proposé au participant et à sa famille afin d'explicitier la démarche et de répondre aux questions éventuelles. Pour finir, un formulaire de consentement éclairé est signé par l'enfant et sa famille pour attester de leur engagement respectif. Fin décembre 2015, le matériel nécessaire à l'entraînement de l'enfant est remis sur clé USB à la famille, en plus d'un calendrier individualisé et d'une lettre informative récapitulative. Jour après jour, sur six semaines, le calendrier permet à l'enfant de se repérer dans le temps et de commenter par écrit son entraînement.

### 1.2.3 Modalités supplémentaires

Les participants ne sont pas rémunérés. Chaque enfant se porte volontaire pour intégrer l'expérience et peut y renoncer à tout moment. Dans cette étude, le risque d'abandon est grand, tant l'activité de lecture est difficile pour l'enfant et l'entraînement est long. En effet, la passation des tests est rapide alors que l'entraînement s'étend sur six semaines, à raison de cinq fois par semaine. Aussi, même si les conditions de passation paraissent simples et ludiques, lire reste source d'échec et de souffrance pour les participants, qui par ailleurs ne réalisent souvent pas l'enjeu d'un tel entraînement. C'est pourquoi, il est très important de remotiver régulièrement l'enfant en lui rappelant les objectifs et les perspectives de progrès.

## 2. Matériel

### 2.1 Choix des outils de mesure

#### 2.1.1 Les mesures objectives

La présente étude a pour objectif d'analyser les effets des trois polices de texte *Arial*, *Times New Roman* et *OpenDyslexic*, recommandées pour les lecteurs en difficulté. Chaque écriture testée appartient à une catégorie spécifique de police de texte. Leurs impacts respectifs sur l'aisance de lecture sont observés au moyen de deux critères objectifs facilement identifiables : la vitesse de lecture et les erreurs d'oralisation. En effet, selon Wilkins et al. (2001, cités par Klein, 2010), l'évaluation de la vitesse de lecture chez des sujets tout-venants est un moyen établi d'apprécier la rapidité, l'aisance et la maîtrise de la lecture de chacun. Ce critère permet à l'examineur d'observer la fluidité et les accrocs du liseur. Ainsi, une vitesse réduite ponctuée de pauses, d'hésitations et de blocages est le signe d'un inconfort avéré en lecture. Aussi, selon Hugues et Wilkins (2000, cités par Klein, 2010), la vitesse de lecture est généralement liée aux erreurs d'oralisation. En effet, on remarque que plus la vitesse chute, plus les erreurs de lecture augmentent. La vitesse de lecture est donc un critère pertinent, directement observable et efficient en clinique qu'il est intéressant d'expérimenter auprès d'enfants dyslexiques. Le nombre d'erreurs d'oralisation est également un critère communément admis pour rendre compte du confort en lecture des personnes dyslexiques (Hlaváček, 2014). Courantes et décalées dans le temps, notamment chez les enfants en difficulté de lecture, elles sont variées (omissions, inversions, ajouts, confusions phonémiques ou graphémiques...) et facilement identifiables. En fonction de leur type (phonologiques, sémantiques, visuo-attentionnelles) et de leur récurrence, des informations supplémentaires sur le fonctionnement de lecture de l'enfant sont apportées. C'est pourquoi, le nombre d'erreurs a été intégré comme un second critère objectif à la présente étude.

En pratique, pour évaluer les impacts des trois polices de caractères sélectionnées, trois groupes d'enfants ont été constitués pour participer à un protocole en trois temps : pré-test, entraînement à la lecture dans une police spécifique, et post-test. L'étude s'appuie sur un protocole pré-experimental rigoureux, basé sur plusieurs recherches antérieures (Habib, 2002; De Leeuw, 2010; Hlaváček, 2014). Aussi, la vitesse de lecture est analysée à chaque étape du protocole : en pré-test au moyen de la Batterie Analytique du Langage Ecrit (BALE), au cours de l'entraînement au moyen d'une observation clinique, puis en post-test au moyen du

même test initial et d'EVADYS, logiciel de diagnostic et de remédiation des troubles de l'empan visuo-attentionnel. Seules deux épreuves de la BALE, susceptibles de répondre à nos critères objectifs, ont été retenues : la lecture de texte en une minute et l'épreuve de lecture de mots fréquents et peu fréquents. Cette dernière comprend des mots irréguliers, réguliers et des non-mots. Ces deux épreuves attestent du niveau en lecture de chaque enfant en pré-test et post-test. En pré-test, elles donnent suite à la constitution de trois groupes d'enfants homogènes. Elles permettent de constater d'éventuels changements en lecture suite à l'entraînement, et d'analyser pour chaque participant à la fois la vitesse de lecture et les erreurs d'oralisation. Par des épreuves de report global, de report partiel et de contrôle de seuil de lettres, le test EVADYS permet quant à lui de mettre en avant des troubles de l'empan visuo-attentionnel chez des enfants en contexte dyslexique. Pour chaque enfant testé, son utilisation permettra de faire un premier parallèle entre le trouble de l'empan visuel et l'origine des difficultés en lecture.

### 2.1.2 Les mesures subjectives

Cette étude s'appuie sur des données quantitatives issues de tests étalonnés. Pour évaluer les capacités et les stratégies en lecture des participants, tout en étant au plus près de leurs ressentis, une analyse plus partielle et qualitative y a été intégrée. Pour cela, une grille d'observation et deux questionnaires directifs ont été mis au point. Ils permettent de relever des données subjectives à partir d'observations cliniques du testeur et du participant lui-même. Inspirée du travail de Sprenger-Charolles et Colé (2013), la grille d'observation permet avant tout d'apprécier qualitativement le fonctionnement de chacun en rassemblant diverses informations. Utilisée uniquement au cours de l'entraînement par l'examineur, elle répertorie les habiletés, les difficultés et les compensations mises en place par chaque enfant au cours de la lecture. Ainsi, toutes les réactions sont prises en compte, qu'elles soient cognitives, affectives ou communicationnelles, à travers une vingtaine de critères observables : difficultés pour décoder les lettres/sons/syllabes/mots, inversions, confusions, ajouts, omissions, allongements vocaliques, pauses, relectures, sauts de lignes, autocorrection, refus ou abandon, manque d'intérêt, difficultés de concentration, anxiété et réactions de prestance, fatigabilité, vitesse de lecture, intonation, utilisation d'outils, aide demandée, compréhension, dégradation des performances, regard, compensations (annexe...). En pratique, à chaque séance d'entraînement, l'examineur remplit la grille en répondant oui ou non à chaque

critère, en cochant la fréquence d'apparition de l'aspect évalué et en annotant ses observations cliniques.

D'autre part, à l'instar des travaux de De Leeuw, deux questionnaires ont été créés :

- un questionnaire directif en pré-test, auquel l'enfant répond avant le début de l'entraînement (décembre 2015) afin de juger de son rapport à la lecture et de sa connaissance des polices de texte
- un questionnaire directif en post-test, auquel l'enfant répond après l'entraînement (fin février 2016), afin de noter des évolutions vis à vis du premier questionnaire et d'évaluer sa satisfaction, ses ressentis vis à vis de l'entraînement.

A plusieurs semaines d'intervalle, ils permettent d'entrevoir les comportements, les émotions et les perceptions de chaque participant concernant son trouble en lecture et l'entraînement qu'il a suivi. Ainsi, pour chaque questionnaire, un guide comprenant les questions à poser à chaque participant a été constitué. Elles sont posées à l'enfant dans le même ordre, quel que soit l'examineur (à savoir l'une des deux stagiaires ou la maître de stage orthophoniste participant au protocole). Au cours de l'entrevue, chaque participant répond aux questions et argumente si besoin. Il peut évoquer ses habitudes, ses préférences, exprimer ses difficultés et ses attentes. Toutefois, l'argumentation de chaque réponse est libre et non obligatoire. En effet, en participant à l'étude, l'enfant s'engage à répondre aux sollicitations de l'examineur et à collaborer avec ce dernier, qui en retour doit mener un entretien bienveillant, dans le respect du libre-arbitre du participant. Aussi, grâce à l'implication et à l'observation de chacun, l'analyse des différents impacts de la police numérique est possible. Les impressions et les progrès de chaque participant sont alors analysés et décrits, en fonction du type de dyslexie et de la police entraînée. Finalement, les réponses aux questionnaires et les observations cliniques permettent de déterminer si l'enfant est conscient de ses difficultés, de détailler ses troubles, et d'évaluer les effets de la mise en page et de l'entraînement sur sa lecture.

### 2.1.3 Le choix des polices

Le choix des polices de texte étudiées dans la présente étude s'explique pour plusieurs raisons. Premièrement, elles appartiennent chacune à une grande famille de police numérique recommandée pour les personnes dyslexiques. On compte notamment trois grandes catégories : les polices serif, sans serif et spécialement conçues pour les dyslexiques. Selon

certaines études, les polices serif sont les plus lisibles en raison de leurs empattements qui limitent les confusions entre les lettres. De plus, elles engendrent une augmentation de l'espacement inter-lettres qui facilite la lecture. Selon d'autres études, les polices sans serif sont plus bénéfiques au lecteur car elles ne surchargent pas sa vision. Enfin, pour de nombreux internautes dyslexiques, les polices numériques spécialement conçues sont les plus adéquates car elles contiennent des lettres retravaillées, plus facilement discernables. Ainsi, avec des résultats sans cesse contradictoires, le débat tourne en rond et il est difficile de savoir quelle police de caractères est la plus appropriée pour les personnes dyslexiques. Proposer une nouvelle expérimentation sur chaque catégorie de police s'avère donc indispensable. Deuxièmement, par souci d'accessibilité et de manipulation, les polices choisies doivent être gratuites, facilement téléchargeables par l'enfant et réutilisables au quotidien sur tout type de support numérique. Troisièmement, on sait que les effets de la police de caractères peuvent varier selon le degré d'opacité de la langue, les habitudes de lecture et les compétences numériques de chacun. Aussi, il est important de s'intéresser à plusieurs polices de caractères numériques habituellement employées par les utilisateurs dyslexiques. Pour cela, trois polices spécifiques appartenant à chaque catégorie ont ainsi été sélectionnées : *Times New Roman*, *Arial* et *Opendyslexic*. Toutes les trois sont largement employées par les internautes et réputées pour leur accessibilité. En effet, *Times New Roman* et *Arial* sont les polices serif et sans-serif les plus fréquemment utilisées sur écran car elles sont installées par défaut. Quant à la police spécialisée *Opendyslexic*, créée en 2011 par Abelardo Gonzalez pour faciliter la lecture aux personnes dyslexiques, elle voit son utilisation s'amplifier ces dernières années. Sa particularité tient de l'épaississement de la base des lettres qui réduit la confusion visuelle. Cependant, peu de travaux scientifiques attestent de son efficacité. Ainsi, trois polices numériques typiques sont analysées et comparées dans cette étude. A la fin du protocole, si une évolution significative des compétences en lecture est plus visible pour l'un des groupes testés, il devient possible de penser que la police de texte associée à cette amélioration est la plus efficace. Cette dernière serait la plus appropriée pour répondre aux besoins des enfants de huit à 13 ans présentant des difficultés persistantes en lecture, et pourrait être proposée en tant qu'outil adapté de remédiation.

## 2.2 Construction du matériel

### 2.2.1 La démarche et ses avantages

Plusieurs supports de travail ont dû être conçus en plus de la création de la grille d'observation et des deux questionnaires déjà évoqués. En effet, les documents sélectionnés pour l'entraînement n'étaient initialement disponibles que dans leur présentation originale. Aussi, les mots et les textes ont dû être traduits dans les trois polices de caractères retenues. Construire le matériel de passation en accord avec les recommandations officielles de mise en page s'est révélé indispensable pour mener à bien le présent projet. Les critères retenus s'appuient sur des publications scientifiques validées et des recommandations telles que celles de Rello, Kanvinde et Baeza-Yates (2011) et de la BDA (2015). La mise en page relève aussi de critères subjectifs, choisis en fonction des objectifs de l'étude. Il s'agit principalement d'appliquer des espacements, des colorations et des adaptations de la police de caractères pour en mesurer les effets sur la lecture des enfants testés. Le choix des supports de lecture pour l'entraînement s'est porté sur les mots fréquents de l'échelle Dubois-Buyse et sur les Contes d'Andersen. Les mots proviennent d'une liste de 4000 mots d'usage courant, étalonnés par niveau de difficulté orthographique selon 43 échelons, du CP au lycée. Aussi, 80% des mots sont supposés être connus au bout de six ans de scolarité. Dans cette étude, leur lecture permet de travailler le déchiffrement et la reconnaissance globale des mots écrits, en allant du plus simple au plus complexe. Grâce à la lecture intensive de mots, l'enfant affine sa conscience phonologique, encode des éléments visuels pertinents pour chaque mot et crée des automatismes de lecture. Par ailleurs, il est intéressant d'entraîner la lecture de chaque participant sur la durée en associant à la lecture de mots celle d'une quarantaine de contes. Les textes ne doivent être lus qu'une seule fois mais dans n'importe quel ordre. Par cette lecture plus coûteuse en temps et en énergie, l'enfant tend à élargir son stock lexical orthographique, à améliorer sa vitesse de lecture tout en faisant moins d'erreurs. Aussi, le choix des contes d'Andersen n'est pas anodin dans cette étude. Intemporels et en adéquation avec l'âge des participants, ils relèvent de l'imaginaire et de l'humour, en mettant en scène des personnages fictifs, des animaux et des objets parlants auxquels l'enfant peut s'identifier. Ils ont la particularité d'être courts et attrayants, avec des rebondissements et une morale finale qui pousse à la réflexion et à l'adhésion de l'enfant. Ainsi, ils favorisent la compréhension et le plaisir de lire tout en conservant un effet de nouveauté. Finalement, créer et adapter du matériel s'est avéré indispensable au projet, à la fois pour recueillir le plus de données qualitatives possibles sur la lecture des participants, pour adapter les documents dans

les trois polices testées mais aussi pour proposer un entraînement au plus près des recommandations officielles et des besoins des enfants en difficultés de lecture.

### 2.2.2 La mise en page adaptée

Les mots et les textes sont adaptés à partir de recherches récentes et des recommandations de la British Dyslexia Association (cf. partie théorique 3.3.2). Afin que les écrits soient suffisamment lisibles, différents critères comme la taille et l'espacement sont pris en compte. En effet, pour proposer un aspect visuel inchangé du corps de texte, les trois polices testées doivent être adaptées dans trois tailles plus ou moins identiques à l'œil nu. Sans référence scientifique reconnue, le choix de la taille des caractères reste subjectif. Chaque police est alors ajustée manuellement pour assurer au lecteur un empan visuel suffisant et un confort de lecture similaire. Ainsi, la police *Opendyslexic* est en taille 13, *Arial* est en taille 15, et *Times New Roman* en taille 16. La longueur des lignes s'en trouve inévitablement modifiée. Concernant l'espacement, plusieurs modifications sont apportées afin d'aérer le texte et d'améliorer la lisibilité de chaque caractère. Tout d'abord, les espacements inter-lettres sont étendus de deux points et l'interligne est doublé. Aussi, en accord avec les recommandations officielles, les textes ne sont pas justifiés et les titres sont centrés. Chaque document est présenté en format paysage, dans le sens de la largeur afin d'optimiser l'espace et de favoriser l'immersion du lecteur. Pour des raisons techniques, il a été impossible de reproduire un défilement horizontal identique à celui du livre papier, en tournant les pages de gauche à droite. C'est pourquoi le texte défile de haut en bas, par scrolling vertical. De plus, le fond d'écran et l'aspect plus général de la page sont aussi pris en compte. Afin de limiter les contrastes lumineux causés par le support numérique, un fond blanc cassé a été créé et appliqué aux documents. Ainsi, chaque texte est adapté en tenant compte de la police de caractères, de la typographie, de la mise en forme et de l'espacement. De plus, à la fin de la mise en page, chaque document est converti au format PDF afin de proposer le même support à tous les participants tout en s'assurant qu'aucune modification ne pourra être apportée au matériel expérimental. L'ensemble du matériel est donné sur clé USB à l'enfant pour l'entraînement à domicile.

### 2.2.3 Les inconvénients

Au vu du manque de consensus concernant les recommandations de mise en page numérique, créer le matériel pour cette étude s'est avéré complexe. Aussi, très vite des limites sont apparues. En effet, bien que les principales recommandations soient respectées, l'adaptation des documents reste largement subjective, notamment pour la conversion des tailles de police. De plus, compte tenu d'un manque de moyens techniques, de temps et d'une limitation de compétences en la matière, il a été difficile de réaliser certaines modifications numériques telles que la mise en place du scrolling horizontal (défilement du texte par déplacement d'un curseur sur l'axe horizontal, de gauche à droite). Par ailleurs, des imprévus ont montré les limites du matériel créé. En effet, malgré les précautions prises, certains critères de mise en page ont pu être contournés par les participants eux-mêmes. En effet, le fait que l'entraînement se déroule au domicile de l'enfant, sans contrôle de l'examineur, a permis à certains de «zoomer» le texte à lire et d'en grossir les caractères. Il était impossible de veiller à une totale neutralité de la passation, ainsi des stratégies ont pu être trouvées grâce aux fonctionnalités de l'appareil. D'autre part, la grille d'observation comporte aussi des inconvénients. En effet, elle regroupe un nombre important de critères difficiles à observer simultanément. Il a été compliqué de remplir en même temps toutes les cases tout en observant l'enfant et en suivant le fil du texte. Le recours imprévu à un magnétophone s'est imposé. Aussi, l'utilisation d'enregistrements audio et visuels, au moyen d'un magnétophone et d'une caméra, aurait pu être pensée en amont pour rendre l'observation plus fine et confortable aux examinateurs. De plus, avec ces enregistrements, l'analyse clinique aurait pu être travaillée de manière collégiale. Les notations auraient été plus homogènes et moins susceptibles de varier selon la sensibilité des observateurs. Un dernier inconvénient a été relevé. Le fait que les enfants n'investissent pas le calendrier qui leur a été fourni au début de l'entraînement a également été source de difficultés. En effet, certains n'avaient pas le réflexe de noter l'endroit où s'achevait leur lecture au bout des quinze minutes. Reprendre le fil du texte le jour suivant était difficile et impliquait des relectures ou des oublis. D'autres enfants n'utilisaient jamais cet outil. Aussi, un système de marque-page informatique aurait pu être proposé pour contourner ce biais et faciliter le repérage de chaque participant.

## **3. Procédure**

### 3.1 Le protocole

#### 3.1.1 La démarche

La présente étude relève d'une pré-expérimentation qui permet de recueillir des données de qualité différente sur les impacts de la police de caractères chez des enfants en difficulté de lecture. Elle se déroule sur plusieurs mois et comprend trois étapes principales : une phase de pré-test, une phase d'entraînement et une phase de post-test. Engagé sur un faible échantillon, à savoir huit enfants répondant aux critères de sélection, le protocole de recherche s'appuie sur une stratégie descriptive et sur la méthode du cas unique. Il s'agit donc d'une démarche éclectique à la fois basée sur des mesures quantitatives et qualitatives réalisées au moyen de tests étalonnés, de questionnaires et de grilles d'observation clinique. Dans ce protocole, la rééducation orthophonique doit être interrompue pour chaque enfant pendant l'entraînement à la lecture, soit six semaines. Cette durée correspond au temps minimal requis pour que s'opère un changement dans le cerveau des participants. L'intégration d'un programme d'entraînement s'inspire des travaux d'Habib et al. (2004) et plus particulièrement de l'étude de Bedoin et al. (2010). Individuel, intensif et régulier, il permet de vérifier si l'adaptation de la police de caractères sur écran est efficace chez les enfants en difficulté de lecture. D'après Ehri et al. (2001, cités par Bedoin et al., 2010), exercer de manière intensive la lecture permet un apprentissage plus efficace de cette dernière. Dans cette étude, des progrès sensibles en lecture et en orthographe ont été observés chez les enfants entraînés : l'apprentissage des mots irréguliers est facilité et l'adressage se trouve plus opérant. Afin que l'entraînement revête un caractère intensif bénéfique (Habib et al., 2004), il est proposé aux enfants de lire les mots et les textes sélectionnés pour l'étude cinq fois par semaine, à raison de quinze minutes par jour. Chaque semaine, quatre temps de lecture se déroulent au domicile de l'enfant, le dernier temps a lieu en séance d'orthophonie en institution ou en libéral, avec l'étudiante ou l'orthophoniste. Les supports proposés sont des mots et des textes libres de droits, issus de l'échelle de Dubois-Buyse et du tome un des Contes merveilleux d'Andersen. Ces outils sont traduits dans les polices testées. Des pré-tests et post-tests sont réalisés au moyen de la BALE et d'EVADYS afin de juger les compétences des participants avant et après l'entraînement en lecture. Trois variables principales sont analysées pour chaque enfant, à savoir la vitesse de lecture, les erreurs d'oralisation et le plaisir de lire. Deux questionnaires et une grille d'observation sont aussi utilisés en parallèle de chaque phase du

protocole afin de recueillir le plus de données qualitatives possibles. Finalement, le projet de recherche rassemble des expériences de différentes natures, implique la sélection d'enfants sur lesquels des variables sont testées, avant de donner des tendances générales sur l'impact de la police de texte à partir des résultats.

### 3.1.2 Les variables

Plusieurs types de variables sont prises en compte lors de cette étude. Elles comprennent les caractéristiques et les avis des enfants testés, la mesure de la vitesse de lecture et des erreurs d'oralisation tout comme les particularités de l'environnement et du contexte. Les variables concernent, d'une part, *le comportement de l'enfant*. Analysé tout au long de l'étude par l'observation clinique, des questionnaires et des tests étalonnés, le comportement de l'enfant est une donnée clé pour apprécier le fonctionnement de ce dernier. Le rapport à la lecture, la relation à l'autre, les attitudes et les réactions de chaque participant sont ainsi examinés. D'autre part, *la mesure de la vitesse de lecture, le relevé du nombre d'erreurs et le plaisir pris par les participants* sont également évalués. Ces trois variables, facilement identifiables en pratique, permettent d'apprécier les compétences et les comportements en lecture de chacun. Compte tenu des difficultés persistantes et du rapport difficile à la lecture pour ces enfants, il semble intéressant d'analyser les changements de comportement, les regains d'intérêt et le plaisir procuré par la lecture. Par ailleurs, certaines variables peuvent modifier les paramètres de la recherche et avoir des effets sur l'entraînement. C'est le cas des *caractéristiques individuelles des participants*. En effet, des particularités intrinsèques à chaque enfant telles que la personnalité et le caractère peuvent jouer un rôle dans la perception de la police de texte. Aussi, l'implication personnelle, les stratégies et les capacités de résilience de chacun sont susceptibles de modifier les résultats de l'étude. En effet, la situation de stress causée par l'entraînement et l'observation de la lecture peut être plus ou moins perturbante en fonction des enfants. D'autre part, *l'impact de l'environnement et du contexte* doit également être analysé. En effet, l'entraînement au domicile est réalisé dans un environnement spécifique où le degré de bien-être et de sécurité psycho-affective varie en fonction du cadre de vie et de l'entourage. Aussi, différents facteurs tels que le bruit, la présence de la fratrie ou le manque de soutien familial, doivent être pris en compte.

## 3.2 Contrôle des variables

### 3.2.1 Influence de l'échantillon

Les enfants testés ont été sélectionnés selon des critères communs. Or, ils sont avant tout des individus uniques avec un fonctionnement singulier et une personnalité propre. En effet, chaque enfant est différent par ses attentes, ses compétences et ses stratégies de raisonnement. De ce fait, le caractère et la motivation de chacun peuvent influencer l'étude. Aussi, bien que les enfants possèdent tous des difficultés en lecture, ils présentent une symptomatologie non homogène. Certains sont diagnostiqués dyslexiques tandis que d'autres non. Quelques enfants présentent des troubles associés tels que la dysgraphie ou la dysorthographe et d'autres pas. Une grande variabilité inter-individuelle est observée notamment au cours de l'entraînement. Certains enfants laissent entrevoir de lourdes difficultés phonologiques, d'autres un bégaiement occasionnel, alors que d'autres encore révèlent des troubles visuels pendant l'effort, accompagnés de douleurs et de picotements. Aussi, l'hétérogénéité de l'échantillon peut influencer les résultats du protocole mis en place. D'autre part, l'équipement de chaque participant peut aussi jouer un rôle sur les résultats de l'expérience. Effectivement, le fait que certains enfants possèdent préalablement une tablette numérique ou un ordinateur personnel peut être un avantage pour manier le matériel informatique et les polices de texte. Or, il a été prouvé que la nouveauté induit un intérêt qui provoque des mobilisations cognitives facilitant la lecture. Des différences entre les participants peuvent donc apparaître et restreindre la neutralité de départ. Ainsi, la familiarité avec l'écran pourra expliquer une meilleure prise en main et des facilités pour entrer dans l'entraînement chez certains enfants plus que chez d'autres. De plus, l'étude peut également être faussée par des tests trop rapprochés dans le temps (entre un bilan orthophonique et le pré-test du protocole). En effet, une certaine durée entre deux passations de bilan doit être respectée afin d'éviter qu'un facteur mnésique n'entre en compte chez le patient testé. De plus la période de rééducation orthophonique est variable en fonction des participants, certains sont suivis depuis un mois, d'autres depuis plusieurs années par leur thérapeute. En conséquence, les compensations mises en place peuvent modifier le trouble en lecture et les résultats du protocole, dès lors moins représentatifs des difficultés de l'enfant

### 3.2.2 Influence de la situation de test

Une partie de l'entraînement se déroule au domicile de l'enfant sous le contrôle du représentant légal, sans vérification de l'expérimentateur. Ceci induit que le contexte psycho-affectif dans lequel se trouve l'enfant au moment de la lecture, peut dans certains cas avoir un impact sur sa motivation, sa concentration et ses performances, quelle que soit la police testée. Les distractions éventuelles (bruits ménagers, interventions de l'entourage, jeux vidéo et télévision ...) peuvent limiter l'attention et freiner les progrès en lecture des enfants. De plus, selon le degré d'implication des parents à la maison et l'aide éventuelle qu'ils apportent lors de l'entraînement, le comportement de l'enfant et son temps de lecture peuvent s'en trouver modifiés. En effet, l'entraînement peut être négligé ou surinvesti par le jeune. L'enfant peut ne pas participer pleinement à un entraînement régulier s'il est trop peu sollicité. A l'inverse, il peut être dégoûté de l'exercice face à un parent trop exigeant. Ainsi, l'entraînement en autonomie à domicile reste aléatoire et non neutre. Selon l'environnement, le contexte et les intervenants, la situation de test peut finalement influencer l'implication et les compétences de l'enfant.

### 3.2.3 Influence du matériel

Le matériel peut également avoir des impacts sur les résultats des participants. Créé et adapté pour l'étude à partir de plusieurs travaux de recherche, le matériel relève d'une pré-expérimentation non validée scientifiquement. En effet, les mots et les textes choisis pour l'entraînement restent subjectifs tout comme l'assemblage de plusieurs supports de recherche (batterie étalonnée, logiciel de diagnostic, questionnaires directifs, grilles d'observation). Les questionnaires construits pour l'étude s'appuient sur des expériences cliniques et qualitatives sans appartenir à des tests étalonnés. De plus, un «effet retest» peut s'observer lors des post-tests. En effet, à six semaines d'intervalle, les enfants lisent un texte différent du premier mais relisent les mêmes mots de la BALE en post-test. Si des progrès sont perçus, il est impossible de dire s'ils sont dus à une amélioration des compétences de l'enfant ou au fait qu'il se souvienne des mots lus quelques semaines plus tôt. Aussi, les mesures des subtests de la BALE et d'EVADYS dépendent de la sensibilité et des capacités de l'examineur. Elles relèvent à la fois de son sens de l'observation, de son interprétation et de ses compétences pour maîtriser le test. Les résultats varient alors en fonction de la personnalité et de la subjectivité du testeur. Peu objectif, le matériel influence alors à la fois l'analyse du testeur et les résultats de la recherche. Il est important de noter que pour la première fois, un lien entre

les difficultés de lecture, la police de texte et l'implication potentielle de troubles visuo-attentionnels est proposé pour tenter de mieux appréhender les difficultés de lecture sur écran.

### 3.3 Mise en œuvre

#### 3.3.1 Premier contact

Le premier contact avec les enfants retenus pour l'étude ne s'est pas fait dans le cadre de la réalisation du protocole, mais en amont, lors de séances d'orthophonie. En effet, en octobre 2015, tous les futurs participants étaient déjà suivis en rééducation quand les étudiantes ont débuté leur stage. Les enfants sont choisis en fonction de différents critères d'inclusion déjà évoqués. Le projet est présenté à chaque enfant dans le courant du mois de novembre par un premier échange oral en séance d'orthophonie. Ensuite, un courrier d'information aux familles est adressé aux représentants légaux de chaque participant. Ce document a pour but de présenter le projet, d'explicitier les principaux objectifs et de proposer une première rencontre avec la famille de chaque enfant.

#### 3.3.2 Première rencontre

Lors de ce premier rendez-vous, l'enfant et ses représentants légaux sont présents. L'objectif est de présenter le projet, d'en expliquer le déroulement et les enjeux pour chacun. Selon les cas et les disponibilités, c'est la stagiaire ou le maître de stage orthophoniste qui procure l'information. Pour de meilleurs résultats, l'enfant comme l'adulte doivent comprendre dès le départ l'intérêt d'un tel projet et bénéficier d'une information exhaustive. La nature, le but et la durée de l'expérimentation sont ainsi explicités. Cet entretien permet également de répondre aux questions du patient et de son entourage. Pour finir, un formulaire de consentement éclairé est présenté. Une fois signée et datée, une copie du formulaire de consentement est remise au patient et à sa famille. Ce document atteste de sa participation à l'expérimentation et engage sa responsabilité.

#### 3.3.3 Modalités de passation

Courant décembre, un premier test est réalisé pour situer le niveau de l'enfant en lecture. C'est la phase de pré-test de l'étude. Il s'agit de deux épreuves tirées de la BALE où l'enfant doit lire un texte en une minute ainsi que des mots fréquents et peu fréquents (irréguliers,

réguliers et non-mots). Les réponses sont chronométrées et les erreurs commises par l'enfant sont relevées. Préalablement, les participants répondent à un questionnaire permettant d'évaluer qualitativement leur rapport à la lecture et aux écrans. Les résultats aux pré-tests permettent de regrouper les enfants en trois groupes distincts, avec un niveau en lecture et un âge plus ou moins équivalents. Puis, vient la phase d'entraînement. Début janvier 2016, l'entraînement à la lecture débute pour six semaines. Il est réalisé cinq fois par semaine, à raison de quinze minutes par jour. Les jours d'entraînement sont choisis en fonction des disponibilités de l'enfant et de son entourage. Quatre de ces lectures se passent au domicile de l'enfant, où il n'est ni chronométré, ni observé par l'examineur. Le dernier entraînement se déroule au côté de l'orthophoniste ou de la stagiaire, une fois par semaine en séance. Pour chaque session d'entraînement, il est demandé de lire 10 mots extraits de l'échelle de Dubois-Buyse et une partie du tome un des contes d'Andersen. Parallèlement, une grille d'observation tenant compte du comportement de l'enfant durant la lecture est complétée par l'examineur. Celle-ci permet de relever des indices qualitatifs sur les ressentis et les réactions de l'enfant. Après chaque session de lecture réalisée chez lui, l'enfant a la possibilité de remplir un calendrier afin de visualiser à tout moment où il en est dans l'avancée de l'entraînement. Sur ce même document, l'enfant et ses parents peuvent noter leurs impressions, leurs difficultés et leurs remarques. Lors de la passation des tests, aucune aide n'est apportée à l'enfant sauf s'il se trouve dans une difficulté majeure. Lors de l'entraînement, il se débrouille seul autant que possible pour ne pas biaiser les résultats. Au bout de six semaines, l'enfant est de nouveau soumis au test de la BALE. Afin d'éviter un effet retest, le texte non utilisé lors de la première passation est exploité à ce moment-là. En revanche, sans autres mots disponibles, les mots fréquents et peu-fréquents à lire restent les mêmes. Un deuxième questionnaire est alors proposé au participant afin de compléter les résultats quantitatifs fournis par la BALE. Ceci permet de juger d'un éventuel changement d'état d'esprit de l'enfant vis à vis de la lecture et d'appréhender son ressenti par rapport à l'expérience, à la police de caractères et à ses progrès. De plus, à la fin du protocole, après les post-tests, le test EVADYS est effectué pour mesurer l'empan visuo-attentionnel de chaque participant. Il s'agit d'un outil diagnostique évaluant les troubles visuo-attentionnels chez l'enfant en difficulté de lecture qui permet d'affiner le profil en lecture de chaque enfant.

# RÉSULTATS

## 1. Présentation des résultats

### 1.1 Influence de l'entraînement sur la vitesse de lecture

#### 1.1.1 Analyse qualitative

Dans cette étude, six critères de la grille d'observation sont en lien avec la vitesse de lecture des participants : les allongements vocaliques, les pauses et les hésitations, les retours en arrière, la vitesse de lecture hachée ou ralentie, les autocorrections ainsi que la demande d'aide. L'étude des temps moyens de lecture en fonction de la police de texte employée lors de l'entraînement, permet de constater plusieurs changements :

- si cinq enfants n'ont jamais produit d'*allongements vocaliques*, les trois qui y étaient sujets en début d'entraînement ont diminué la fréquence de ces phénomènes
- concernant *les pauses et les hésitations*, un enfant en a présenté souvent du début à la fin de l'entraînement, un autre participant a vu ce phénomène augmenter au cours de sa lecture et il a diminué chez six autres
- *les retours en arrière* sont restés équivalents pour deux enfants et ont diminué pour six participants
- *les autocorrections* sont restées stables pour cinq participants, ont augmenté pour deux participants et ont diminué pour un seul d'entre eux
- *la vitesse de lecture* est restée ralentie et hachée pour un participant et s'est fluidifiée pour les sept autres
- deux enfants n'étaient pas concernés par *les demandes d'aide*, deux participants sont restés stables, trois ont diminué la fréquence de leur demande, un l'a augmentée.

En fonction des groupes, des améliorations sont remarquées. Pour le groupe un, avec la police OpenDyslexic, le seul participant sujet aux allongements vocaliques les a vus diminuer. Le nombre de pauses et d'hésitations a également baissé pour deux enfants mais a augmenté pour un. Les retours en arrière sont restés stables pour deux enfants et ont diminué pour un. Les autocorrections sont restées omniprésentes pour deux enfants et se sont amoindries pour le dernier. Deux participants n'étaient pas concernés par les demandes d'aide et un participant a diminué la fréquence de ses demandes. Globalement, **dans le groupe un, la vitesse de lecture a augmenté pour deux participants et est restée la même pour le troisième.**

	Participant 2	Participant 3	Participant 4
<b>allongements vocaliques</b>	non concerné (J)	amélioré	non concerné (J)
<b>pauses, hésitations</b>	amélioré	amélioré	aggravé
<b>retours en arrière</b>	amélioré	amélioré	stable
<b>autocorrection</b>	stable	amélioré	stable
<b>vitesse ralentie</b>	amélioré	stable	amélioré
<b>demande d'aide</b>	non concerné (J)	non concerné (J)	amélioré

Pour le groupe deux, avec la police Arial, un participant n'était pas concerné par les allongements vocaliques, l'autre les a vus diminuer. Concernant les pauses et les hésitations, un enfant est resté stable avec des pauses constantes, l'autre les a amoindries. **Pour le groupe deux, les retours en arrière ont chuté chez l'ensemble des participants et la vitesse de lecture a augmenté.** Les autocorrections sont restées stables chez un enfant et se sont aggravées chez l'autre. Un enfant est resté constant dans la fréquence de demande d'aide tandis que l'autre a de moins en moins eu besoin du concours de l'étudiante ou de l'orthophoniste.

	Participant 8	Participant 7
<b>allongements vocaliques</b>	amélioré	non concerné (J)
<b>pauses, hésitations</b>	stable	amélioré
<b>relectures, retours en arrière</b>	amélioré	amélioré
<b>autocorrection</b>	stable	aggravé
<b>vitesse ralentie</b>	amélioré	amélioré
<b>demande d'aide</b>	amélioré	stable

Enfin, pour le groupe trois qui utilise Times New Roman, les allongements vocaliques ne concernaient qu'un participant qui les a vus diminuer au cours de l'entraînement. Les pauses et les hésitations se sont dissipées chez tous les participants, les retours en arrière ont diminué chez deux d'entre eux et sont restés stables chez le troisième. Le taux d'autocorrection est

resté équivalent chez deux participants et a augmenté chez le dernier. **Dans le groupe trois, la vitesse de lecture s'est améliorée et fluidifiée chez tous les participants.** La demande d'aide a diminué chez un enfant, a augmenté chez un autre et est restée similaire pour le troisième.

	<b>Participant 5</b>	<b>Participant 6</b>	<b>Participant 1</b>
<b>allongements vocaliques</b>	non concerné (J)	non concerné (J)	amélioré
<b>pauses, hésitations</b>	amélioré	amélioré	amélioré
<b>relectures, retours en arrière</b>	amélioré	amélioré	stable
<b>autocorrection</b>	stable	aggravé	stable
<b>vitesse ralentie</b>	amélioré	amélioré	amélioré
<b>aide demandée</b>	amélioré	aggravé	stable

De manière générale, **la grille d'observation révèle des améliorations au niveau de la fluidité de la lecture des participants.** Chez la plupart d'entre eux, les allongements vocaliques disparaissent, les pauses et les hésitations se font plus rares, les relectures diminuent et la lecture des participants est de moins en moins hachée et robotisée, du moins durant les dix premières minutes de lecture. En revanche, le phénomène d'autocorrection est resté relativement stable et ne s'est amélioré que chez un enfant. Seul un participant a augmenté sa fréquence de demande d'aide au cours de l'entraînement. Ainsi, les capacités d'adressage des enfants se trouvent améliorées, la lecture devient moins saccadée et les participants gagnent en rapidité de lecture. Finalement, l'examen de la grille d'observation met en évidence un effet de l'entraînement sur la vitesse de lecture des enfants testés, sans distinction particulière entre les trois groupes. Aussi, la police de texte employée ne paraît pas avoir influencé les résultats dans un groupe en particulier. L'analyse des résultats en post-test révèle de nouvelles données sur l'évolution des participants en matière de vitesse de lecture.

### 1.1.2 Données chiffrées

**Au niveau statistique, aucune différence significative n'a été retrouvée en ce qui concerne la vitesse de lecture des participants à l'entraînement.** En effet, même si de larges améliorations sont observées en clinique, elles ne se révèlent pas assez importantes pour être objectivables d'un point de vue scientifique. Compte tenu du nombre réduit de participants, les résultats obtenus démontrent une trop grande variabilité des performances au niveau de la vitesse de lecture. Concrètement, les données statistiques montrent des intervalles de confiance très étendus. Les intervalles de confiance représentent l'ensemble des valeurs compatibles avec l'estimation des résultats issus d'un échantillon donné. Ils ont 95% de chance de contenir la vraie valeur du paramètre estimé. En général, plus l'échantillon est grand, plus l'estimation est précise avec des intervalles de confiance importants. De plus, en statistique, la valeur-p est la probabilité d'obtenir la même valeur testée si l'hypothèse de départ est vérifiée. Aussi, quand elle est inférieure au seuil de 5%, le résultat se révèle significatif statistiquement. Or, la présente étude n'a pas permis de relever de différence significative avec une p-value inférieure à 5% concernant la vitesse de lecture.

		t	df	p	Diff Moy	ES Moy	d (Cohen)
PoT T	- PrT T	0.229	7	0.826	0.056	0.246	0.081
PoT MFI	- PrT MFI	1.525	7	0.171	0.950	0.623	0.539
PoT MFI t	- PrT MFI t	0.073	7	0.944	0.028	0.378	0.026
PoT MpFI	- PrT MpFI	4.594	7	<b>0.003</b>	1.680	0.366	1.624
PoT MpFI t	- PrT MpFI t	1.278	7	0.242	0.432	0.338	0.452
PoT NMF	- PrT NMF	1.102	7	0.307	0.729	0.661	0.390
PoT NMF t	- PrT NMF t	1.046	7	0.331	0.474	0.453	0.370
PoT MpFR	- PrT MpFR	0.301	7	0.772	0.179	0.593	0.107
PoT MpFR t	- PrT MpFR t	0.832	7	0.433	0.490	0.589	0.294
PoT MFR	- PrT MFR	3.250	7	<b>0.014</b>	2.045	0.629	1.149
PoT MFR t	- PrT MFR t	0.250	7	0.810	0.185	0.739	0.088
PoT NMpF	- PrT NMpF	0.061	7	0.953	0.031	0.514	0.022
PoT NMpF t	- PrT NMpF t	1.526	7	0.171	1.085	0.711	0.540

*Note.* Student's T-Test.

*Tableau récapitulatif des résultats statistiques, avec en évidence les résultats concernant la vitesse de lecture des participants.*

*Nb: chaque épreuve est identifiée grâce à ses initiales, ainsi, PoT MFI correspond à l'épreuve Post Test, Mots Fréquents Irréguliers temps.*

## 1.2 Influence de l'entraînement sur le nombre d'erreurs

### 1.2.1 Analyse qualitative

Les critères retenus pour analyser le nombre d'erreurs des participants sont les suivants : les inversions de syllabes (tuvoire pour voiture), les inversions de lettres ou de sons (donjour pour bonjour), les confusions de lettres, de sons et de mots (ressentait pour représentait), les ajouts ou les omissions de lettres, de sons ou de mots, ainsi que les sauts de lignes. L'analyse du nombre d'erreurs d'oralisation en fonction de la police de texte employée permet de dresser un premier bilan : **au cours de l'entraînement le nombre d'erreurs effectuées par les participants a progressivement diminué pour la plupart d'entre eux.** En effet, si les fautes les plus fréquemment rencontrées chez les enfants en difficulté de lecture (omissions, inversions, ajouts, substitutions) sont omniprésentes chez tous les participants dans les premiers jours de l'entraînement, elles diminuent rapidement au cours des séances avec l'orthophoniste, notamment pendant les premières minutes de lecture.

Concernant le groupe un, qui utilise la police spécifique Opendyslexic, les inversions de syllabes ont augmenté pour deux participants et ont diminué pour un. **Les erreurs d'inversion de lettres ou de sons se sont amoindries pour tous les participants, ainsi que les ajouts de sons.** Deux d'entre eux sont restés stables au niveau des confusions, un les a vues diminuer. Aussi, la fréquence des omissions s'est amoindrie chez deux participants et a augmenté chez le troisième. Enfin, aucun participant n'a été concerné par les sauts de lignes.

	<b>Participant 2</b>	<b>Participant 3</b>	<b>Participant 4</b>
<b>inversion syllabes</b>	aggravé	aggravé	amélioré
<b>inversions lettres/sons</b>	amélioré	amélioré	amélioré
<b>confusions</b>	stable	amélioré	stable
<b>ajouts</b>	amélioré	amélioré	amélioré
<b>omissions</b>	amélioré	aggravé	amélioré

<b>saut de lignes</b>	non concerné (J)	non concerné (J)	non concerné (J)
-----------------------	------------------	------------------	------------------

Concernant le groupe de la police Arial (groupe deux), un participant n'était concerné ni par les inversions de syllabes ni par les inversions de sons tandis que l'autre est resté stable dans ces deux domaines. **Les deux participants ont montré une diminution du nombre d'ajouts.** L'un d'entre eux a restreint le nombre de confusions tandis que l'autre est resté stable, il en va de même pour les omissions. Aucun des deux participants n'était concerné par les sauts de lignes.

	<b>Participant 8</b>	<b>Participant 7</b>
<b>inversion syllabes</b>	stable	non concerné (J)
<b>inversions lettres/sons</b>	stable	non concerné (J)
<b>confusions</b>	amélioré	stable
<b>ajouts</b>	amélioré	amélioré
<b>omissions</b>	amélioré	stable
<b>saut de lignes</b>	non concerné (J)	non concerné (J)

Deux des participants du groupe de la police Times New Roman (groupe trois) ne sont pas concernés par les sauts de lignes. Le troisième reste stable concernant ce critère. Un participant n'est pas concerné par les inversions. Les deux autres sont constants en ce qui concerne les inversions de syllabes et présentent une diminution du nombre d'inversions de lettres et de sons. A propos des confusions, un enfant reste stable et deux restreignent ce type d'erreurs. En revanche, **les trois participants amoindrissent le nombre d'ajouts.** L'un d'entre eux diminue également le nombre d'omissions tandis que les deux autres augmentent ce type d'erreur.

	<b>Participant 5</b>	<b>Participant 6</b>	<b>Participant 1</b>
<b>inversion syllabes</b>	stable	stable	non concerné (J)
<b>inversions lettres/sons</b>	amélioré	amélioré	non concerné (J)

<b>confusions</b>	amélioré	amélioré	stable
<b>ajouts</b>	amélioré	amélioré	amélioré
<b>omissions</b>	amélioré	aggravé	aggravé
<b>saut de lignes</b>	stable	non concerné (J)	non concerné (J)

Les observations cliniques ont permis de constater **une réduction progressive du nombre d'erreurs d'oralisation en parallèle d'un affinement de la compréhension pour la majorité des participants**. En effet, si elle ne semblait pas recherchée dans un premier temps en raison de l'énergie cognitive mobilisée par les participants pour déchiffrer les textes, la compréhension est apparue plus naturelle et spontanée vers la fin de l'entraînement. Selon la régularité et la fréquence des mots, le nombre d'erreurs d'oralisation semble avoir globalement diminué pour l'ensemble des enfants testés. Néanmoins, les inversions de syllabes et plus particulièrement les omissions se sont aggravées pour la moitié d'entre eux. **On observe cependant une diminution massive des ajouts chez l'ensemble des sujets testés**, quelle que soit la police utilisée. Les confusions sont restées stables ou ont diminué pour tous les participants, ainsi que les inversions de lettres ou de sons. Aussi, l'interprétation des données cliniques atteste d'un effet significatif de l'entraînement sur le nombre d'erreurs d'oralisation chez la plupart des sujets testés, notamment chez les plus faibles lecteurs. Cependant, aucun groupe ne semble avoir fait plus de progrès qu'un autre. En conséquence, aucun effet différentiel de la police de texte sur le nombre d'erreurs en lecture ne peut être avancé.

### 1.2.2 Données chiffrées

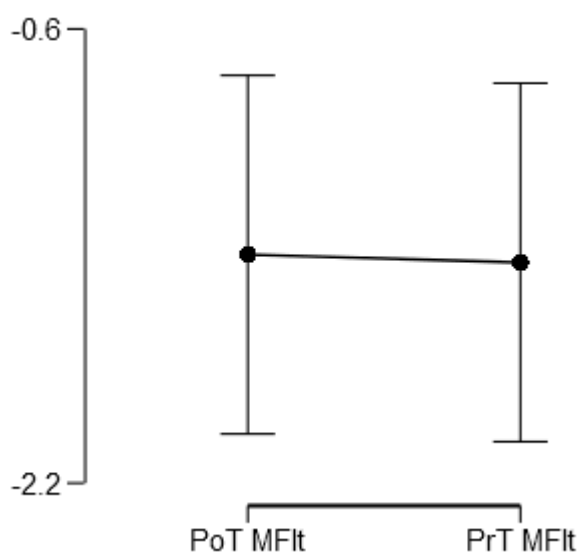
D'un point de vue statistique, deux épreuves de lecture issues de la BALE présentent des résultats objectivables. En effet, seules les épreuves de lecture de mots peu fréquents irréguliers et de mots fréquents réguliers obtiennent une p-value inférieure à 5%.

### Paired Samples T-Test

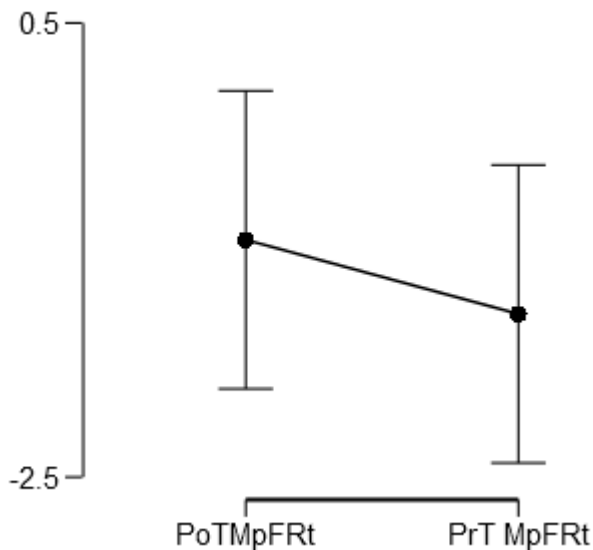
	t	df	p	Diff Moy	ES Moy	d (Cohen)
PoT T - PrT T	0.229	7	0.826	0.056	0.246	0.081
PoTMFI - PrTMFI	1.525	7	0.171	0.950	0.623	0.539
PoTMFIt - PrTMFIt	0.073	7	0.944	0.028	0.378	0.026
<b>PoTMpFI - PrTMpFI</b>	<b>4.594</b>	<b>7</b>	<b>0.003</b>	<b>1.680</b>	<b>0.366</b>	<b>1.624</b>
PoTMpFIt - PrTMpFIt	1.278	7	0.242	0.432	0.338	0.452
PoTNMF - PrTNMF	1.102	7	0.307	0.729	0.661	0.390
PoTNMFt - PrTNMFt	1.046	7	0.331	0.474	0.453	0.370
PoTMpFR - PrTMpFR	0.301	7	0.772	0.179	0.593	0.107
PoTMpFRt - PrTMpFRt	0.832	7	0.433	0.490	0.589	0.294
<b>PoTMFR - PrTMFR</b>	<b>3.250</b>	<b>7</b>	<b>0.014</b>	<b>2.045</b>	<b>0.629</b>	<b>1.149</b>
PoTMFRt - PrTMFRt	0.250	7	0.810	0.185	0.739	0.088
PoTNMpF - PrTNMpF	0.061	7	0.953	0.031	0.514	0.022
PoTNMpFt - PrTNMpFt	1.526	7	0.171	1.085	0.711	0.540

Note. Student's T-Test.

Tableau récapitulatif des résultats statistiques, avec en évidence les deux épreuves révélant des résultats objectivables.



Graphique représentant les écarts standards des moyennes en lecture de mots peu fréquents irréguliers



*Graphique représentant les écarts standards des moyennes en lecture de mots fréquents réguliers*

A partir de ces données, il est possible de formuler les hypothèses suivantes : le décodage de mots réguliers a pu être augmenté grâce à l'entraînement quotidien et intensif en lecture. En effet, confrontés tout au long de l'expérience à un vocabulaire complexe et inhabituel, les enfants ont été contraints de déchiffrer chaque mot à plusieurs reprises et de plus en plus vite. Aussi, en fin d'entraînement il n'est pas surprenant d'observer que les mots fréquents réguliers sont automatisés par l'ensemble des participants avec une réduction importante du nombre d'erreurs d'oralisation. La voie d'assemblage ayant été investie plus régulièrement, on peut également supposer que de l'énergie cognitive ait été libérée pour faciliter l'utilisation de la voie d'adressage et stimuler la reconnaissance globale des mots écrits. Il est également possible de soulever une dernière hypothèse. Si les mots peu fréquents irréguliers sont désormais plus facilement lus et stockés en mémoire par les enfants, il est intéressant de se demander si le vocabulaire utilisé dans le protocole n'y est pas pour quelque chose. En effet, face à des mots nouveaux, souvent désuets et reliés à l'imaginaire, les enfants ont été obligés de chercher la définition et l'emploi des mots en contexte pour accéder au sens des textes. C'est pourquoi on peut interroger l'aspect bénéfique de ce vocabulaire si spécifique, peut-être plus susceptible de rester en mémoire quand le contexte de présentation peut faciliter l'apprentissage lexical et la récupération mnésique. Par ailleurs, on peut supposer que l'implication de l'enfant pour chercher le sens des mots par lui-même favorise l'apprentissage

du lexique et de la lecture en général. En intériorisant des associations sonores et contextuelles, il devient pleinement acteur de sa lecture et apprend des mots nouveaux.

### 1.3 Influence de l'entraînement sur le plaisir de lire

Les critères de la grille d'observation pris en compte pour évaluer le plaisir de lire sont : le refus et l'abandon de lire, l'ennui et le manque d'intérêt marqués, les difficultés de concentration, les réactions d'anxiété et de prestance et les manifestations de fatigue. **Aucun participant n'a refusé de lire ou n'a abandonné l'entraînement**, bien que celui-ci se soit révélé difficile pour certains d'entre eux. Concernant le groupe un, seul un participant a manifesté un ennui et un manque d'intérêt vis à vis du protocole. Cette réaction, en partie due aux difficultés de compréhension du dit participant, a diminué au cours de l'entraînement. Aucun enfant n'a eu de difficulté de concentration. En revanche, deux d'entre eux ont montré des signes d'anxiété qui se sont largement estompés au fil des six semaines. **Les manifestations de fatigue se sont en revanche amplifiées pour deux participants de ce groupe.**

	<b>Participant 2</b>	<b>Participant 3</b>	<b>Participant 4</b>
<b>refus-abandon</b>	non concerné (J)	non concerné (J)	non concerné (J)
<b>ennui- peu d'intérêt</b>	non concerné (J)	amélioré	non concerné (J)
<b>difficultés concentration</b>	non concerné (J)	non concerné (J)	non concerné (J)
<b>anxiété-prestance</b>	amélioré	amélioré	non concerné (J)
<b>fatigue</b>	aggravé	amélioré	aggravé

Pour le groupe deux, les participants n'ont été concernés ni par le refus de lire, l'ennui et le manque d'intérêt, ni par les difficultés de concentration. **Les réactions de prestance se sont estompées chez l'ensemble des participants de ce groupe.** Les manifestations de fatigue sont restées constantes chez l'un et se sont amplifiées chez l'autre.

	<b>Participant 8</b>	<b>Participant 7</b>
<b>refus-abandon</b>	non concerné (J)	non concerné (J)

<b>ennui- peu d'intérêt</b>	non concerné (J)	non concerné (J)
<b>difficultés concentration</b>	non concerné (J)	non concerné (J)
<b>anxiété-prestance</b>	amélioré	amélioré
<b>fatigue</b>	amélioré	aggravé

Concernant le groupe trois, **aucun participant n'a refusé de lire et n'a manifesté de manque d'intérêt**. Un enfant a présenté des difficultés de concentration qui sont restées stables tout au long de l'entraînement. Un participant a montré des signes d'anxiété de manière régulière au cours de l'entraînement, un autre les a diminuées, le troisième les a augmentées. **Un seul enfant n'a pas été sujet aux sensations de fatigue**. Ce phénomène s'est atténué chez le deuxième et a augmenté chez le troisième.

	<b>Participant 5</b>	<b>Participant 6</b>	<b>Participant 1</b>
<b>refus-abandon</b>	non concerné (J)	non concerné (J)	non concerné (J)
<b>ennui- peu d'intérêt</b>	non concerné (J)	non concerné (J)	non concerné (J)
<b>difficultés concentration</b>	stable	non concerné (J)	non concerné (J)
<b>anxiété-prestance</b>	aggravé	stable	non concerné (J)
<b>fatigue</b>	stable	amélioré	aggravé

Ainsi, **l'entraînement sur six semaines a permis de rendre la lecture des participants plus plaisante et apaisée, du moins durant les premières minutes de lecture**. Grâce à la grille d'observation et à l'analyse clinique de chaque expérimentateur, il est possible de constater des améliorations concernant les comportements en lecture des enfants. Les résultats mettent en évidence une diminution des réactions de prestance en parallèle d'une persistance de la fatigue. L'entraînement semble avoir soulevé l'intérêt de l'ensemble des enfants tout en réduisant leur anxiété au moment de lire. Néanmoins, compte tenu de l'hétérogénéité des progrès de chaque enfant en matière de plaisir de lire, il est difficile d'imputer ces derniers à une police en particulier. **Il apparaît en effet que ce soit plus**

**l'entraînement en lui-même qui soit responsable des progrès observés.** L'analyse des réponses aux questionnaires s'avère donc indispensable pour appuyer ces premières constatations.

## **2. Analyse des réponses aux questionnaires**

### 2.1 Le questionnaire pré-test

#### 2.1.1 Analyse quantitative

L'examen des réponses au questionnaire pré-test permet de faire plusieurs constats. Concernant *l'activité de lecture*, on constate que **50% des enfants interrogés déclarent aimer lire**, en particulier pour apprendre et se détendre. Pour les autres participants, les réponses sont moins catégoriques. En effet, 25% d'entre eux déclarent ne pas vraiment aimer lire, tandis que les 25% restants affirment aimer moyennement la lecture. *Les habitudes de lecture* des enfants interrogés apparaissent sensiblement similaires. En effet, la majorité des participants affirment lire à l'école et à la maison, le plus souvent seul le soir pour s'endormir. La fréquence de lecture est aléatoire, seuls 37,5% des enfants se disent lecteurs réguliers. On remarque aussi des similitudes dans *le type de lecture* privilégié au quotidien par les enfants. Effectivement, **75% des sujets indiquent lire habituellement des bandes-dessinées** comme Max et Zoé, Kid Paddle et Où est Charlie ? La majorité de l'échantillon déclare préférer les livres courts et attrayants tels que les mangas, les imagiers et les magazines pour enfants (Youpi, j'ai compris ! et J'aime Lire). Afin de mieux connaître l'enfant et son rapport aux écrans, *la possession et l'utilisation de supports numériques* sont aussi abordées dans ce questionnaire. Les ressources techniques et les préférences de chaque utilisateur sont interrogées et permettent de constater que chaque enfant possède un équipement numérique dans son foyer. Tous les participants ont accès à un ordinateur partagé au sein du domicile familial. Aussi, **50% d'entre eux disposent d'une tablette électronique personnelle** et 25% ont leur propre ordinateur. Seul un enfant affirme posséder de manière exclusive à la fois une tablette et un ordinateur. La moitié des participants avoue préférer utiliser l'ordinateur pour des raisons de confort et de maniabilité. Ils l'utilisent principalement pour jouer en ligne, regarder des dessins animés, faire des recherches ou pour apprendre (au moyen de logiciels éducatifs). En pratique, on ne compte qu'un seul enfant lecteur sur écran. Dans un troisième temps, le questionnaire s'attache à mieux connaître *les*

*troubles en lecture de chaque enfant et leurs ressentis* à ce sujet. Aussi, au vu des réponses, on constate que **87,5% des enfants se disent en difficultés pour lire**. En parler ouvertement reste douloureux et source d'anxiété pour la majorité d'entre eux. Un enfant de l'étude refuse d'évoquer ses troubles dyslexiques, tant la souffrance et le déni sont grands. Cependant, on note des difficultés communes. Certains évoquent des troubles pour lire sur la durée, d'autres parlent de problèmes de compréhension notamment en présence de mots longs ou complexes. Dans ces situations de doute et de désarroi, la majorité des participants assurent demander de l'aide auprès d'un proche susceptible de lui donner la bonne réponse. Par ailleurs, il est intéressant de prendre en compte *les difficultés visuelles, physiques et cognitives* pouvant interférer avec l'activité de lecture. En effet, **la totalité des participants éprouvent des difficultés pour rester sur les lignes au cours de leur lecture**. De plus, **tous évoquent des douleurs oculaires récurrentes**, en lien avec l'effort demandé par la lecture. Les symptômes évoqués sont souvent similaires, on note principalement des picotements et des sensations d'étirement des yeux. Un des participants fait spontanément le lien entre ses douleurs ophtalmiques et l'utilisation de l'ordinateur. Aussi, **75% des enfants interrogés indiquent être parfois fatigués quand ils lisent**, plus particulièrement après une lecture prolongée ou en fin de journée. Pour compenser de tels accès de fatigue, les enfants concernés avouent souvent suivre le texte avec le doigt. Malgré tout, l'identification des lettres reste globalement possible pour la majorité d'entre eux. Seuls 25% des participants remarquent des modifications textuelles pendant leur lecture, avec une impression de vision double des lignes. En effet, pour la plupart des sujets, aucune altération des lettres, des mots et des lignes n'est constatée. Le contraste et la taille des caractères n'ont pas d'effets significatifs. En revanche, **87,5% des enfants interrogés déclarent avoir des difficultés de compréhension en lecture**. Selon eux, elles apparaissent en présence de mots inconnus, irréguliers ou difficiles à prononcer. L'aide d'un proche, du dictionnaire ou du contexte devient alors nécessaire pour accéder au sens de ce qui est lu. Dans un dernier temps, le questionnaire interroge *l'intérêt et les préférences de chaque participant en matière de mise en page et de police de texte*. Spontanément, **62,5 % des enfants sondés évoquent l'importance de la présentation du texte** pour mieux lire et apprécier l'histoire. Plus particulièrement, pour mieux distinguer les lettres et les lignes, certains enfants rapportent l'intérêt d'utiliser des couleurs et d'agrandir la taille des caractères. Cependant, l'effet s'inverse pour la forme des lettres. En effet, **seuls 25% des participants disent accorder de l'importance à l'aspect du caractère**. Selon certains, la forme des lettres peut influencer la lecture, notamment les formes en italique et en gras. Des préférences sont énoncées : la plupart des enfants aiment

les écritures droites, agrandies et harmonieuses. Concernant la police de texte, seuls 37,5% des enfants connaissent le terme et peuvent en parler. Pour la définir, ils s'attachent au changement de forme et de style de l'écriture. **Globalement, les enfants de l'étude ne connaissent pas la signification du mot « police de texte »**, ils ne peuvent ni le définir ni en donner des exemples. Ils utilisent en majorité des polices par défaut et n'affichent aucune préférence. En effet, seuls **37,5% des sujets interrogés ont une police de prédilection**. En général, ils utilisent des polices différentes en fonction de leurs objectifs, notamment pour améliorer la lisibilité et la présentation de leurs documents. Seul un enfant utilise Arial et Calibri sur les conseils de ses parents et de son institutrice. En pratique, **les principales polices utilisées par les enfants de l'étude sont Arial Black, Impact, Arial et Calibri**. Pour finir, une question sur *les attentes de l'enfant concernant sa lecture* est posée à chacun. On constate que la majorité des participants aimeraient progresser en lecture et trouver des solutions à ses troubles. **62,5% d'entre eux se disent en attente d'adaptations en lecture**. Ils énoncent l'intérêt de l'orthophonie, la nécessité de s'entraîner plus régulièrement à la lecture. Le bénéfice probable de l'entraînement proposé est soulevé par certains. D'autres font des propositions et expriment des besoins plus personnels : augmenter la taille des lettres, agrandir l'espace de lecture et changer le format de mise en page pour le rendre plus adapté. Les enfants restants ne semblent pas envisager de solutions ou d'attentes particulières pour améliorer leur lecture.

### 2.1.2 Analyse qualitative

Au moyen de ce premier questionnaire, le rapport à la lecture et aux écrans a pu être analysé pour chaque participant. L'inclusion au sein d'un groupe n'est pas prise en compte, seul l'individu et son ressenti priment dans l'analyse du questionnaire. Aussi, plusieurs tendances se dégagent des productions et des arguments parfois surprenants des huit participants. Tout d'abord, on observe que même si la plupart des enfants déclarent aimer lire, *peu d'entre eux parlent de la lecture de manière positive*. En effet, tous les enfants apparentent la lecture à une obligation. On relève des commentaires relativement critiques à l'égard des pratiques de lecture et de l'école : «La lecture c'est à l'école ou pendant les devoirs, quand on fait des exercices», « Quand c'est des romans de l'école, c'est trop long et ça m'ennuie », « Les profs, ils nous obligent à lire des livres ». Pour les plus jeunes de l'étude, lire c'est seulement « pour travailler ». On note des avis très marqués chez ces enfants partisans d'une lecture plus libre, ludique et personnelle. Aussi, il est possible de constater *des pratiques divergentes de la*

*lecture en fonction de l'âge et des difficultés de chacun.* En effet, la lecture est appréciée pour des raisons différentes. Pour les plus grands, elle permet de se construire un moment à soi, plus intimiste, propice à la détente et à l'évasion («J'aime bien lire seul le soir, ça m'assouplit, ça me détend»). Quant aux plus jeunes, ils disent lire le plus souvent pour apprendre des mots, imaginer des histoires et s'apaiser avant de dormir. En difficulté pour lire, les enfants ont tendance à choisir des livres simplifiés, souvent imagés et avec peu de texte. Pour eux, la lecture du soir reste une routine indispensable au rituel du coucher. Avec le livre, le jeune retrouve sa place d'enfant au sein d'un cocon rassurant, dans son lit, entouré encore parfois de ses parents. Le livre est dans ce cas un vecteur émotionnel ou un objet de transition important. De manière générale, il est possible de remarquer que *la lecture est plus appréciée par les participants lorsqu'elle relève d'un choix personnel et d'une envie.* Certains disent aimer les livres courts et attrayants «avec plusieurs histoires dedans», en lien avec leurs intérêts et leur disponibilité («J'aime les histoires émouvantes», «J'ai pas le temps, alors je lis le soir. Mais il faut que ça m'intéresse !»). Tous aiment être acteurs pour choisir le livre et se retrouver dans les personnages. D'autres part, les réponses fournies au questionnaire permettent de mieux comprendre les difficultés en lecture des enfants de huit à 13ans, et d'apprécier leurs préférences en matière de mise en page et de police de texte. En premier lieu, on remarque des difficultés similaires pour lire longtemps, rester sur les lignes sans effort et accéder à la compréhension. De plus, la fatigue et les douleurs oculaires sont récurrentes pour tous les participants. De ce fait, les difficultés en lecture semblent liées à la mise en page des textes. En effet, *la présentation générale de l'histoire a une importance non négligeable* pour l'ensemble des sujets interrogés. Tous les commentaires sont en faveur d'une bonne visibilité et d'une simplification de la mise en page («Lire penché, c'est compliqué. Je préfère quand il y a des couleurs et des espaces», «C'est plus facile quand les personnages ont des bulles, j'aimerais que tout soit écrit comme ça !», «C'est plus facile quand c'est écrit plus gros»). Les textes choisis par les enfants sont souvent en deçà de leur niveau cognitif et de leur âge (bandes dessinées, mangas et albums). Aussi, pour plaire aux enfants de huit à 13 ans, la présentation du texte doit être attractive, esthétique et confortable. D'après eux, elle doit prendre en compte la forme des caractères, l'adaptation des couleurs, de la taille et des espacements («Les couleurs ça aide à aimer le livre et à pas se tromper de lignes», «Souvent je lis différemment selon la forme des lettres, il y a des écritures bizarres qui me font confondre des lettres», «J'aime écrire de différentes façons et changer la taille des lettres»). Aussi, il est intéressant de constater que même si les enfants déclarent ne pas donner de l'importance à la police de texte, la majorité d'entre eux la modifie et l'adapte en

fonction de leurs besoins. Les réponses au questionnaire attestent donc l'intérêt de cette tranche d'âge pour une mise en page adaptée à leur lecture, passant par l'enrichissement de plusieurs critères dont la police de caractères. Pour finir, leurs commentaires soulignent *leur intérêt pour les nouvelles technologies*. En effet, tous les participants éprouvent un réel plaisir à recourir aux supports numériques plus ludiques et connectés dans le but de se distraire, d'apprendre et d'interagir avec le monde. Internet est un espace largement mobilisé par les jeunes de l'étude, notamment pour jouer et communiquer avec les autres. Aussi, même si la lecture numérique est peu investie, tous pratiquent la lecture inconsciemment pour se diriger sur l'écran, faire des recherches et échanger. Équipés et adeptes des écrans, tous les enfants semblent avoir développé des aptitudes numériques précoces qui favorisent leur intérêt pour l'étude. Certains expriment d'ailleurs leur goût pour la manipulation de la souris, du clavier et des outils intégrés (telle la synthèse vocale).

## 2.2 Le questionnaire post-test

### 2.2.1 Analyse quantitative

L'analyse des réponses au questionnaire post-test permet de constater des évolutions tant cognitives que comportementales chez l'ensemble des participants. Tout d'abord, concernant *l'entraînement proposé*, il est important de noter que **62,5% des enfants testés se disent satisfaits de l'entraînement en lecture**. En effet, beaucoup d'entre eux ont vu en cette lecture régulière une possibilité d'enrichir rapidement leur vocabulaire et leurs capacités générales en lecture. Pour d'autres, les premières impressions sont plus négatives. L'entraînement est assimilé à un travail supplémentaire long, difficile et inintéressant. En cause, la complexité du lexique employé et le choix des textes à lire sur lesquels l'ensemble des participants semblent s'accorder. Concernant *l'aisance en lecture*, 100% des enfants interrogés affirment avoir aimé lire les mots, souvent perçus comme simples et rapides à traiter, contrairement aux contes plus longs et fastidieux. Notons que **seuls 50% des participants déclarent avoir aimé lire les contes**. Selon eux, ce sont des textes plus difficiles à lire que ceux qu'ils parcourent habituellement. De plus, **la majorité des enfants affirment avoir été en difficulté pour lire au cours de l'entraînement**, notamment à cause du vocabulaire trop complexe, de la longueur des textes et de la présentation générale des documents. Paradoxalement, plus de la moitié des sujets interrogés disent apprécier la présentation des documents. Aussi, 75% des enfants déclarent avoir pu accéder au sens des mots à la différence des contes qui ont posé des problèmes de compréhension pour la totalité

des participants. Concernant *les difficultés visuelles et la fatigue ressentie*, **87,5% des enfants déclarent avoir eu mal aux yeux** au cours de l'entraînement. La majorité d'entre eux évoquent des picotements douloureux réguliers et des diplopies, alors qu'un seul enfant dit ne jamais avoir eu de tels troubles oculaires. **La fatigue est aussi manifeste pour la quasi-totalité des participants**, la plupart se disant fatigués notamment le soir après l'école et/ou le sport. Aussi, la moitié d'entre eux déclarent avoir dû fournir un effort considérable pour lire, aboutissant pour certains à un épuisement total une fois la séance de lecture réalisée. Ces troubles visuels étaient d'ailleurs bien visibles pour **sept enfants sur huit qui éprouvaient des difficultés à rester sur les lignes selon leurs dires**. On remarque que pour certains il était indispensable d'utiliser une aide matérielle supplémentaire pour se repérer dans le texte (suivi du doigt ou de la règle sur l'écran). De plus, **25% des participants avouent avoir cherché d'eux-mêmes une assistance technique intégrée au support numérique**, telle que le dictionnaire en ligne et le zoom du texte. Par ailleurs, les réponses au questionnaire permettent d'apprécier *le ressenti de chaque participant en matière de police de caractères*. Suite à l'entraînement, **plus de la moitié des participants confirment l'efficacité de leur police de texte pour mieux lire même s'ils affirment ne l'avoir jamais rencontrée auparavant**. Aussi, chaque groupe exprime ses préférences en fonction de la taille, de l'esthétique et de la lisibilité de la police de texte. Les enfants du groupe un (OpenDyslexic) ont des avis mitigés sur leur police perçue comme désagréable, peu lisible et trop grosse pour la majorité d'entre eux. Pour le groupe deux, la police Arial est facile et lisible, elle est dite agréable et normale. Pour le groupe trois, la police Times New Roman reste pratique, grande, normale mais pas assez jolie pour certains. Seuls les enfants du groupe un refusent l'idée de réutiliser leur police de texte au quotidien. Par ailleurs, **aucune des trois polices de caractères n'a réellement aidé à mieux discerner les lettres sur écran d'après les participants**. En effet, seuls 37,5% des jeunes interrogés affirment mieux percevoir les lettres sur écran que sur papier. Pour la majorité d'entre eux, la lisibilité des caractères numériques était limitée tant les changements de contraste, de taille et les dédoublements de lignes étaient grands. *L'appréciation personnelle des capacités en lecture* est aussi révélée par ce questionnaire. A la fin de cet entraînement, **50% des participants pensent mieux comprendre ce qu'ils lisent**. Aussi, il est intéressant de constater que la majorité des enfants perçoivent une amélioration de leurs performances en lecture, tant au niveau du nombre d'erreurs d'oralisation que de la vitesse de lecture. Ils discernent notamment un changement positif dans leur manière de lire et affirment que la difficulté en lecture s'est amoindrie au bout des six semaines d'entraînement. En effet, **62,5% des enfants jugent faire moins**

**d'erreurs de lecture qu'auparavant.** Concernant leur vitesse de lecture, **87,5% des participants affirment lire plus vite** et s'en réjouissent. De plus, **62,5% des enfants interrogés avouent avoir pris du plaisir à lire** au cours de cette expérience malgré des réticences au début du protocole. Les progrès perçus sont généralement en adéquation avec les résultats individuels définitifs. *L'utilisation du support numérique* reste matière à débat pour l'ensemble des jeunes lecteurs testés. Quand on les interroge, seule la moitié des participants se disent prêts à poursuivre une lecture numérique au quotidien et un entraînement à la lecture sur écran. En cause, le manque de motivation pour lire clairement énoncé et la mauvaise maîtrise de l'outil informatique. En effet, certains énoncent des difficultés pour manier l'ordinateur sans souris, pour se repérer et naviguer sur les pages, ainsi que pour accéder aux outils dont ils ont besoin afin d'étayer leur lecture (agrandissement de la taille des caractères, réglage du contraste, installation de la synthèse vocale...). Le plus souvent, ils déplorent un manque d'espace entre les lettres/les lignes, un défaut d'éclairage et l'illisibilité de certains caractères sur écran. En outre, même si la majorité des participants déclarent aimer lire sur écran, **cinq enfants sur huit se disent finalement plus favorables à une lecture papier.** Pour certains, la lecture numérique entraîne des troubles oculaires douloureux, sans reproduire un plaisir de lire similaire à celui du format papier. («Je préfère les vrais livres, on suit avec le doigt et on tourne les pages», «Ça m'ennuie de lire sur l'ordinateur, je préfère les livres»). Au-delà de l'aspect matériel, ces enfants soulignent leur préférence pour une lecture sensorielle, dont la progression est palpable et visuelle.

### 2.2.2 Analyse qualitative

Sur plusieurs semaines, l'observation clinique revêt un aspect longitudinal non négligeable qui permet d'observer une dynamique évolutive pour la majorité des enfants testés. *Des bénéfices* ont pu être ressentis et exprimés par les participants. Pour l'ensemble d'entre eux, l'entraînement est une expérience positive. En effet, la lecture de mots a été une activité appréciée de tous et un point d'appui important pour les inciter à lire les contes chaque jour. Pendant l'entraînement, commencer la séance de lecture par des mots simples («faciles», «connus») a certainement permis de conforter l'enfant dans ses capacités en lecture, avant de le pousser à poursuivre ses efforts en lisant les contes. Par cette réassurance initiale quotidienne, chaque enfant a pu s'engager pleinement dans la lecture de textes perçus comme plus difficiles («super difficiles» pour certains) et contourner la complexité de la tâche demandée. Depuis, la plupart des participants semblent avoir pris confiance en eux et

en leurs compétences. Contrairement au début de l'étude, ils peuvent aujourd'hui parler plus librement de leurs troubles dyslexiques, sans pour autant les exposer en classe auprès de leurs camarades du même âge. Seuls deux enfants, les moins intéressés par la lecture au départ de l'expérience, se révèlent être plus négatifs à la fin de l'entraînement malgré des résultats en net progrès et des avis positifs de leur entourage. Ils énoncent principalement les difficultés rencontrées, l'effort considérable fourni et peu d'évolutions de leur manière de lire si ce n'est l'augmentation de la vitesse de lecture et la réduction du nombre d'erreurs. Malgré tout, l'analyse des réponses aux questionnaires permet de montrer l'aspect bénéfique de cet entraînement intensif, notamment sur le comportement et l'estime de soi de chaque participant. Une revalorisation d'eux-mêmes a semblé opérer. En effet, en regard des questionnaires pré-test, il est possible de voir *une évolution des ressentis et de l'autonomie de chacun*. Lire chaque soir après l'école a demandé une grande organisation pour effectuer chaque jour les séances de lecture en parallèle du quotidien (sport, loisirs, devoirs, obligations familiales...). Au final, peu d'entre eux ont été assistés régulièrement dans leur entraînement par un proche. En conséquence, la plupart des participants ont dû recourir à des aides extérieures telles que le dictionnaire et l'outil informatique pour pallier l'incompréhension, la difficulté. Aussi, cet entraînement semble avoir permis une reprise du plaisir de lire en autonomie («J'ai commencé à bien aimer lire», «C'est plus agréable de m'entendre lire maintenant»). Pour une grande majorité des participants, par sa nouveauté et son attractivité, la lecture numérique a suscité l'envie de lire et de «connaître la suite des belles histoires». *Le choix des contes* a sans aucun doute contribué au regain d'intérêt pour la lecture chez ces enfants peu adeptes des livres. En effet, même si l'accès à la compréhension restait limité pour bon nombre d'entre eux, tous les participants ont souligné leur surprise et leur intérêt pour ces histoires, à la fois «bizarres» et «intéressantes» pour certains, «belles» et «aventurières» pour d'autres. Les contes ne les ont pas laissés indifférents. Tous connaissaient ce type de texte, lu en classe ou vu à la télévision. Malgré tout, les contes d'Andersen n'ont pas fait l'unanimité chez les enfants qui les qualifient de «longs», «bizarres», «avec des mots qu'on utilise plus!». Plus généralement, l'entraînement en lecture a eu *des retentissements physiques et cognitifs* sur les jeunes lecteurs de l'étude. Pour l'ensemble des participants, on remarque que lire sur la durée a été éprouvant. En effet, la lecture a impliqué des douleurs oculaires et une fatigue quasi-constante pour la plupart d'entre eux. Même si des bénéfices ont été perçus au niveau de la vitesse et du confort de lecture, la lisibilité restait minime et les altérations persistantes. Aussi, la police de texte ne semble pas avoir joué un rôle crucial dans l'amélioration de la lecture des sujets testés. La

discrimination des caractères et des lignes était une tâche ardue pour la majorité des enfants. En conséquence, ils ont tous ressenti le besoin d'être accompagné et aidé, à la fois par des moyens humains et matériels. Par ailleurs, *l'importance de la présentation du texte* plus que du choix de la police de caractères a été soulignée. Au cours de l'entraînement, la plupart des sujets n'ont pas reconnu la police de texte utilisée dans les documents. Or, Arial et Times New Roman font partie des polices les plus employées dans les manuels scolaires, la presse et sur internet. Cela tend à confirmer le peu d'importance donnée à la forme des caractères par les enfants de cet âge, forcément déjà confrontés à ces écritures numériques. Par ailleurs leurs préférences sont bien définies et tous soulignent *la nécessité d'intégrer des adaptations textuelles complémentaires* pour favoriser leur intérêt, améliorer leur lecture et leur compréhension («Pour mieux comprendre», «Pour être dans l'histoire». En effet, pour prendre du plaisir dans leur lecture ils exigent des textes courts, illustrés et faciles d'accès (tels que les mangas et les bandes dessinées). Afin de rendre le texte plus vivant, ils recommandent l'ajout d'options telles que des définitions de mots en bas de page, le réglage manuel de l'éclairage, de la couleur, de la taille et de l'espacement (des caractères et des lignes) ou encore l'insertion d'images et de vidéos interactives (« Des vidéos qui te félicitent quand t'as fini de lire !»). En conclusion, tous les enfants insistent sur la nécessité d'être stimulés et de pouvoir aménager eux-mêmes leur espace de lecture.

### **3. Analyse des résultats procurés par EVADYS**

#### 3.1 Résultats quantitatifs concernant le trouble de l'empan visuo-attentionnel

##### 3.1.1 Rappels

Le logiciel EVADYS est un outil de diagnostic et de remédiation des troubles de l'empan visuo-attentionnel chez l'enfant dyslexique, utilisé dans cette étude pour affiner le profil en lecture de chaque participant. Il est important de noter qu'EVADYS ne permet pas de diagnostiquer la dyslexie, c'est un outil complémentaire pour identifier des troubles associés à des difficultés pour apprendre à lire. L'empan visuo-attentionnel correspond au nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités en parallèle dans une configuration. Les capacités d'empan visuo-attentionnel jouent un rôle dans la mémorisation des graphèmes, des syllabes et de l'orthographe globale des mots. Aussi, en l'absence de telles ressources, l'attention devient limitée et l'identification de lettres partielle. Seul un nombre réduit de

lettres peut alors être perçu, ce qui rend le décodage séquentiel difficile et limite la mémorisation des unités orthographiques. Généralement, un trouble de l'empan visuo-attentionnel rend compte d'erreurs en grand nombre sur les mots irréguliers, de difficultés pour identifier d'emblée les mots réguliers, et de peu d'altérations pour les pseudo-mots décodés syllabe par syllabe. Conçu par Valdois, EVADYS est un test rapide d'utilisation qui comprend trois épreuves informatisées à réaliser dans l'ordre suivant : épreuve de report global, épreuve de seuil de lettres, épreuve de report partiel. Chaque test est précédé d'un pré-test où l'enfant s'essaie à la tâche demandée sans être noté. Les épreuves de report global et partiel présentent un point de fixation central sur l'écran puis différentes séquences de lettres que l'enfant doit dénommer dès disparition des graphèmes. Il est demandé de dénommer l'intégralité des lettres pour le report global, et seulement une lettre dont la position est indiquée par une barre verticale pour le report partiel. L'épreuve de seuil de lettres est une tâche contrôle qui sert à révéler un trouble d'identification des lettres isolées.

### 3.1.2 Données chiffrées

L'analyse des résultats démontre que **50 % des participants présentent un trouble de l'empan visuo-attentionnel**. Par ailleurs, **100 % des enfants testés échouent à l'épreuve de seuil de lettres et obtiennent un score déficitaire**. Cette tâche permet d'évaluer la reconnaissance rapide de lettres isolées, sur des temps plus ou moins courts. Le seuil apprécie le temps de présentation minimum pour lequel le participant a pu identifier au moins 80% des lettres à l'écran. Sur les huit participants, on compte trois enfants ayant un seuil à 50 ms, trois autres enfants ayant un seuil à 67 ms, et deux enfants ayant un seuil à 84 ms. Aussi, cinq participants possèdent un score de réussite inférieur à 50% pour un temps d'affichage très rapide (33ms), alors qu'un seul présente un score inférieur à 50% de réussite pour un temps d'affichage de 50ms. Deux enfants possèdent un pourcentage de réussite situé entre 50 et 60% pour un temps d'affichage de 67ms. Tous les autres ont un pourcentage de réussite situé entre 80 et 100%. Pour un temps d'affichage de 84 à 101 ms, tous les participants ont un pourcentage de réussite situé entre 80 et 100%. On constate ainsi que les scores des participants augmentent lorsque le temps d'affichage est lui aussi plus long. Néanmoins, pour chacun d'entre eux, le seuil est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge correspondante pour l'identification de lettres isolées. Pour cette épreuve, la norme se situe généralement autour de 33 ms, quel que soit l'âge. Il est pertinent de relever que parmi les participants ayant un trouble du seuil de lettres, tous révèlent un déficit à l'épreuve de report global, seul

un enfant obtient un score inférieur à la norme à la fois en report global et partiel. De plus, on remarque que deux des enfants concernés appartiennent au groupe un, et que les deux autres appartiennent au groupe deux. A la fin du protocole, en lecture de texte, les deux premiers ont progressé tandis que les deux autres (appartenant au groupe deux) sont restés relativement stables. Concernant la lecture de mots peu fréquents irréguliers, tous les enfants ayant un trouble de l'empan visuo-attentionnel obtiennent un score en lecture proche de la moyenne. Seuls les deux enfants du premier groupe ont augmenté leur vitesse de lecture. Pour la lecture de mots fréquents réguliers, les résultats sont quasi similaires pour les quatre participants concernés : trois participants ont amélioré leur qualité de lecture pour se situer dans la moyenne de leur classe d'âge, seuls les deux enfants du premier groupe ont augmenté leur vitesse de lecture. Globalement, les deux participants du premier groupe possédant un trouble de l'empan visuo-attentionnel augmentent leur vitesse de lecture dans toutes les épreuves, tandis que les deux autres, à savoir les deux plus âgés de l'étude (groupe deux) restent relativement stables. Concernant le nombre d'erreurs, un participant du premier groupe progresse dans toutes les épreuves excepté en lecture de non mots peu fréquents où il reste stable, un autre augmente seulement dans deux épreuves (groupe un), un troisième augmente seulement en lecture de non mots peu fréquents et le dernier s'améliore dans les quatre épreuves. **Comparativement, les enfants qui ne présentent pas de trouble de l'empan visuo-attentionnel révèlent des phénomènes différents sur les épreuves les plus significatives.** En lecture de texte, deux participants sans troubles de haut niveau se sont révélés moins performants. Concernant la lecture de mots fréquents réguliers, tous les enfants ont diminué le nombre d'erreurs d'oralisation et deux d'entre eux ont progressé en vitesse de lecture. Concernant les épreuves de lecture de mots peu fréquents irréguliers, tous les participants diminuent le nombre d'erreurs commis. Trois d'entre eux augmentent également la vitesse de lecture, le dernier reste stable. Globalement, les participants ne possédant pas de trouble de l'empan visuo-attentionnel progressent en vitesse de lecture ou restent stables. En ce qui concerne le nombre d'erreurs, tous les participants améliorent leurs performances en post-test. Sur l'ensemble des autres épreuves, les résultats restent plus aléatoires. Finalement, **on constate une meilleure progression en lecture chez les enfants ne présentant pas de trouble de l'empan visuo-attentionnel**, malgré des scores pathologiques persistants en vitesse de lecture pour certains.

### 3.2 Analyse qualitative

La plupart des participants ont exprimé des difficultés lors de la passation des épreuves d'EVADYS («Ça va trop vite», «J'ai pas vu, pas eu le temps !»). Néanmoins, quatre d'entre eux ne présentaient pas de troubles de l'empan visuo-attentionnel. Pour les quatre autres participants, les tests ont été concluants. Ils ont mis en évidence des difficultés dès l'identification des lettres isolées et un trouble de l'empan visuo-attentionnel. Par ailleurs, ils ont permis de constater que le participant ayant manifesté le plus de difficultés, présente un trouble de l'empan visuo-attentionnel avec des troubles importants à la fois en report global et partiel. Il possède également le score le plus bas dans l'épreuve «seuil de lettres». Le fait que cet enfant possède un empan composite plus réduit (estimé à 2,88) que les autres participants, semble l'avoir empêché de progresser malgré un entraînement intensif qui, globalement, s'est avéré bénéfique pour tous. Ainsi, il existe bien une corrélation entre trouble de l'empan visuo-attentionnel et lecture. Il paraît nécessaire de prendre en compte l'influence de ce phénomène dans la prise en charge des enfants en contexte dyslexique. Les épreuves issues d'EVADYS ont également permis de montrer que le participant possédant le score le plus bas dans l'épreuve de report global était également celui possédant la lecture la plus saccadée et lente. Plus le report global des lettres perçues est faible, plus la tâche de lecture paraît limitée dans sa fluidité. Aussi, cela soulève des interrogations sur le traitement orthophonique à mener et les aménagements textuels possibles pour soulager la lecture de l'enfant en difficulté. En plus du programme COREVA proposé par Valdois (2014) qui entraîne sur six semaines les capacités visuo-attentionnelles des enfants en contexte dyslexique, peut être serait-il envisageable d'inclure des adaptations nouvelles telles que la coloration des unités de sens, le raccourcissement des lignes ou l'insertion d'une fenêtre de lecture. En effet, il semble que les enfants possédant un trouble de l'empan visuo-attentionnel nécessitent une prise en charge adaptée qui prend en compte cette difficulté.

# DISCUSSION

## 1. Synthèse des résultats

### 1.1 Vitesse de lecture

D'un point de vue clinique, la présente étude met en évidence le fait que tous les enfants ont progressé en vitesse de lecture suite à l'entraînement. Or, aucune donnée statistique ne vient étayer ces constatations. Néanmoins, les observations directes au cours de l'entraînement attestent d'évolutions flagrantes en lecture chez l'ensemble des participants, quel que soit le groupe et la police de texte. Il n'y a vraisemblablement aucun effet différentiel de la police de texte sur la vitesse de lecture des participants. **On constate une amélioration qualitative de la fluidité de la lecture pour sept enfants sur huit.** Aussi, 87,5% des participants pensent lire plus vite à la fin de l'entraînement. En pratique, les comportements en lecture des participants ont changé : sans avoir besoin de recourir systématiquement au déchiffrage ou à la devinette, ils lisent désormais plus vite et s'autocorrigent. Les relectures, les hésitations et les pauses ont globalement diminué pour laisser place à une lecture plus confortable, rigoureuse et efficace. Les participants se montrent plus à l'aise et en confiance pour lire, aussi le déni des troubles dyslexiques semble atténué pour la plupart d'entre eux. Néanmoins, lire sur la durée s'avère encore difficile et source d'effort pour l'ensemble des participants. Par ailleurs, deux enfants sur huit réalisent des progrès moins fulgurants que les autres. Appartenant au deuxième groupe, ils sont les plus âgés de l'échantillon total, ce qui peut dès lors laisser entendre qu'ils ont plus largement compensé leurs troubles dyslexiques que les autres participants.

### 1.2 Erreurs d'oralisation

Au moyen de tests standardisés et d'observations cliniques, l'analyse du nombre d'erreurs d'oralisation a pu être menée tout au long de l'entraînement. Aussi, au vu des résultats définitifs, ce critère d'évaluation se révèle être le plus significatif d'un point de vue scientifique. En effet, après six semaines d'entraînement à la lecture, **le nombre d'erreurs d'oralisation a considérablement diminué chez l'ensemble des participants, notamment dans deux types d'épreuves : la lecture de mots fréquents réguliers et la lecture de mots peu fréquents irréguliers.** Aucune distinction particulière entre les groupes n'apparaît, aussi aucun effet différentiel de la police de texte sur les erreurs de lecture n'est démontrée. Par ailleurs, 62,5% des enfants pensent faire moins d'erreurs de lecture à la fin de l'entraînement.

Les données statistiques tendent ainsi à prouver les bienfaits d'un entraînement soutenu de la lecture sur l'automatisation de mots réguliers et irréguliers, en fonction de leur fréquence. Cela expliquerait la réduction massive des ajouts de sons et/ou de mots, au profit d'une plus grande capacité d'analyse des mots écrits. Une interprétation clinique des erreurs d'oralisation commises a permis de constater une amélioration importante des erreurs phonologiques (confusions de lettres ou de sons), sémantiques (paralexies verbales avec des substitutions par le sens) et liées au contexte visuo-attentionnel (paralexies impliquant la vision : ajouts, inversions, relectures, sauts de lignes). Aussi, répéter une activité de lecture de manière intensive a certainement favorisé une meilleure assimilation de la correspondance graphème-phonème, une amélioration de la reconnaissance globale des mots écrits et un accès élargi à la compréhension chez la plupart des participants.

### 1.3 Plaisir de lire : comportements, ressentis

Grâce à l'observation clinique et aux questionnaires, l'évolution des comportements et des ressentis en lecture a pu être considérée pour chaque enfant. Au début du protocole, on constate que même si la moitié des participants déclarent aimer lire, la majorité d'entre eux s'avouent en difficulté lors de cette activité. En pratique, les enfants ont montré des comportements similaires, notamment de nombreuses réactions de prestance (balancements des jambes, fixité des membres/du regard, tension corporelle...) associées à des douleurs oculaires et à une grande fatigue physique. A la fin de l'entraînement, presque tous les enfants perçoivent leurs progrès en lecture, notamment en vitesse et en nombre d'erreurs, mais aucun d'entre eux n'évoquent ses émotions ou un quelconque plaisir. Ils s'attachent manifestement plus à l'image qu'ils renvoient aux autres en lisant, qu'à leur ressenti et leur bien-être personnel. Or, quand on les interroge, **62,5% des participants affirment avoir pris du plaisir à lire pendant l'entraînement**. Ainsi, pour la majorité des enfants, il semble encore difficile de parler spontanément des bienfaits de la lecture et des émotions positives qui peuvent en résulter. Par ailleurs, même si les réactions tonico-émotionnelles ont sensiblement disparu, la fatigue et les douleurs oculaires restent persistantes et source de souffrance pour l'ensemble des participants. Compte tenu de la difficulté des textes sélectionnés et de la tâche demandée, tous ont éprouvé des difficultés pour lire aisément tout en maintenant intact leur investissement. Il leur a donc été difficile de se détacher du déchiffrage pour accéder à la fois à une lecture efficace et satisfaisante. Finalement, tous rattachent encore aujourd'hui l'activité de lecture à une obligation qui demande des efforts soutenus, laissant peu de place à une lecture plaisir. Aussi, la majorité des enfants refusent

l'idée de continuer à lire régulièrement, sinon sous conditions, en fonction de leurs préférences, de leur motivation et d'adaptations textuelles complémentaires.

#### 1.4 Corrélations entre les résultats et l'origine du trouble en lecture

Au vu des résultats définitifs, des liens peuvent être faits entre les manifestations cliniques des participants et l'origine de leur difficulté en lecture. **L'outil EVADYS atteste d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel pour quatre participants et d'un déficit d'identification des lettres isolées pour l'ensemble des sujets.** Ne permettant pas de poser un diagnostic de dyslexie spécifique, il permet néanmoins de confirmer l'existence d'un trouble visuel de haut niveau. Or, **on constate des évolutions et des réactions différentes chez les enfants entraînés, en fonction de la présence ou non du trouble visuel de haut niveau.** En effet, les enfants ayant un trouble de l'empan visuo-attentionnel se révèlent plus sensibles à la forme des mots et aux aspects visuels que comportent l'activité de lecture numérique proposée. Dès le début du protocole, ils laissent paraître une difficulté majeure à discerner les lettres les unes des autres et se fatiguent plus vite que leurs camarades du même âge. Le déchiffrage est douloureux, la vitesse de lecture extrêmement ralentie et les réactions de prudence majeures (demandes d'aide, douleurs oculaires, grande fatigue et anxiété). Aussi, les changements typographiques proposés dans cette étude semblent leur être particulièrement profitables. Les progrès sont rapides et significatifs notamment dans la reconnaissance des graphèmes. Pour la plupart d'entre eux, on remarque une amélioration du déchiffrage avec une réduction des erreurs de lecture. Même si lire reste laborieux, la vitesse de lecture tend à augmenter et la compréhension à être de plus en plus recherchée. Comparativement, chez les autres enfants entraînés, les progrès en lecture sont plus marqués, notamment au niveau de la vitesse et du nombre d'erreurs d'oralisation. Moins en peine pour identifier les lettres, ils semblent évoluer plus rapidement en lecture, avec une fluidité et un nombre d'erreurs sensiblement améliorés. Finalement, l'origine des troubles dyslexiques influence l'évolution des performances en lecture. Les altérations visuelles générées par le trouble de l'empan visuo-attentionnel chez le jeune lecteur, entraînent des difficultés spécifiques concernant le déchiffrage, la rapidité et le confort en lecture.

## 2. Limites et perspectives

### 2.1 Difficultés rencontrées

Au cours de la présente étude, des limites ont été rencontrées en lien avec l'échantillon, la situation de test et le matériel utilisé. *Le recrutement* a été la première difficulté rencontrée. En raison de critères d'inclusion précis, d'un protocole en trois étapes sur plusieurs semaines et de la nécessité de notre présence lors de l'entraînement, recruter des enfants susceptibles d'intégrer l'étude s'est avéré complexe. Par ailleurs, des familles ont refusé de rejoindre le projet pré-expérimental pour plusieurs raisons : entraînement trop long pour certains, manque de motivation ou de temps pour d'autres, peur de l'échec de l'enfant... De ce fait, l'échantillon final est homogène mais ne rassemble que huit participants. Aussi, un élargissement du protocole à un plus grand nombre de sujets aurait permis d'obtenir des résultats plus significatifs. Ensuite, *l'entraînement en lui-même* a présenté certains inconvénients. En effet, par souci d'observation clinique, le protocole contraignait l'enfant à lire à voix haute lors des séances hebdomadaires avec l'orthophoniste. Or, cette lecture a entraîné une fatigue et un effort plus grands que lorsqu'elle était réalisée au domicile de l'enfant, en silence généralement. Même si lire à haute voix centre l'attention du lecteur sur la forme plus que sur le fond, réduisant ainsi sa compréhension, il aurait été difficile d'évaluer la lecture des participants sans oralisation. Autre difficulté évoquée, *la complexité des contes d'Andersen* à lire pendant l'entraînement. En effet, des plaintes concernant la difficulté du lexique ont rapidement été rapportées par les participants et leur entourage. Le vocabulaire complexe et le caractère abstrait des textes n'ont pas permis aux enfants de compenser les difficultés de déchiffrage en se raccrochant au sens. Afin de faciliter la lecture et la compréhension de chacun, il aurait été judicieux d'utiliser des récits plus concrets avec un lexique plus contemporain. Par ailleurs, la difficulté des textes a également rendu difficile l'investissement et la motivation des participants sur la durée. En effet, certains ont dû être remotivés à plusieurs reprises pour terminer l'expérience et ne pas arrêter. Après, *évoquer et analyser le plaisir de lire* s'est avéré complexe dans cette étude. A la fin de l'entraînement, on remarque que les participants éprouvent des difficultés à parler des bénéfices ressentis et à envisager la lecture d'un point de vue positif. Ils ont sans cesse rapporté leurs impressions du côté des difficultés sans jamais évoquer la notion de plaisir. Et même si l'autonomie et la confiance en soi sont nées pour certains, il existe encore un décalage entre la perception de leur trouble et leurs performances réelles. C'est pourquoi, il aurait été intéressant de demander à chaque enfant de quantifier son plaisir de lire avant et après l'entraînement en

lecture, afin d'apprécier plus justement son ressenti personnel et l'évolution de ce dernier. Aussi, une échelle d'autosatisfaction aurait pu être créée et proposée à chaque participant au cours des questionnaires. De la même façon, le recours à la vidéo et à l'enregistrement en début et en fin d'entraînement aurait pu permettre aux enfants d'objectiver leur progression en lecture et aux testeurs d'affiner leur analyse. De surcroît, *l'observation clinique de l'enfant* a laissé entrevoir des limites dans sa réalisation. Il a été difficile pour certains participants de respecter leur engagement et les séances d'entraînement à la lecture (oubli, devoirs à faire, manque de motivation, problèmes de transports et maladies). Par ailleurs, les retours de l'entourage sur l'entraînement en lecture restent minimes. Il aurait été intéressant de proposer un questionnaire aux proches pour recueillir leur avis, leur ressenti sur l'évolution de leur enfant au cours des six semaines. Cela aurait permis d'apprécier leur rôle et leur investissement sur toute la durée du protocole, mais aussi de compléter l'analyse subjective de l'orthophoniste. Pour finir, il aurait été intéressant d'approfondir l'observation des troubles visuo-attentionnels des participants en proposant un test oculométrique spécifique. Ce dernier aurait ainsi apporté des informations indispensables sur les mouvements et les stratégies oculaires de chacun (balayage visuel, saccades, fixations...). Or, cela aurait demandé plus de temps, un équipement coûteux et des ressources orthoptiques peu envisageables dans le cas de la présente étude.

## 2.2 Questionnements

Ce travail a soulevé bon nombre de réflexions. En effet, il est apparu que toutes les orthophonistes ne partageaient pas le même point de vue concernant la dyslexie et ses remédiations. *La question de la représentation de la dyslexie* a rapidement été soulevée, de même que la façon dont l'outil informatique et les adaptations numériques utilisés pour la rééducation de ce trouble étaient perçus. Aussi serait-il intéressant de questionner les orthophonistes sur leurs connaissances en matière de dyslexie et de recueillir leur avis sur sa prise en charge, ses limites et sa rééducation par le biais du numérique. De même, la création d'une plaquette informative pour les orthophonistes sur les recommandations numériques indispensables aux enfants dyslexiques, pourrait être envisagée. Cela permettrait de répertorier les principales recommandations en matière de police et de mise en page, de proposer des adaptations efficaces et susceptibles de fournir une accessibilité plus grande à la lecture pour tous. Cette étude a mis en évidence le fait que chaque enfant possède des besoins spécifiques, en fonction de son individualité et de ses troubles associés. L'une des

interrogations soulevées par cette recherche consiste à *savoir si tout un chacun peut avoir accès et utiliser les outils spécialement conçus pour les personnes dyslexiques*. Aussi, des aides spécifiques de l'Etat ne seraient-elles pas nécessaires pour favoriser l'achat et l'utilisation de ce matériel spécifique ? Même si les avancées attestent de l'efficacité de certaines polices et de logiciels, il est intéressant de faire un état des lieux des besoins techniques, financiers et humains utiles à leur application chez ce public en grande difficulté. La question du coût, de l'accessibilité et de la maniabilité de ces dispositifs créés pour les dyslexiques, doit être pensée et interrogée auprès des patients, des orthophonistes, des enseignants et des familles. Par ailleurs, il semble indispensable de *réfléchir au développement de moyens techniques et commerciaux profitables aux dyslexiques et à l'accessibilité numérique pour tous*. Enrichissements numériques, logiciels informatiques et polices gratuites existent déjà. Or, pour aller plus loin, ne serait-il pas envisageable de développer des manuels scolaires entièrement destinés aux enfants dyslexiques ? Et de proposer des adaptations compensatoires des livres jeunesse, des dictionnaires et des ouvrages utilisés quotidiennement par les enfants ? Ces aménagements ne seraient-ils pas bénéfiques à tous les enfants en situation d'apprentissage de la lecture ? Par ailleurs, *la question de la place des parents et de la fratrie dans un contexte de dyslexie* est également omniprésente. En effet, premiers concernés, ils sont ceux qui connaissent le mieux l'enfant, son fonctionnement et ses besoins. Aussi, il semble important d'inclure l'entourage proche dans le projet de rééducation, de recueillir l'avis et les propositions de chacun pour aider l'enfant au quotidien. De plus, il est nécessaire de prendre en compte les ressentis de la famille sur les recommandations numériques et les moyens déjà proposés pour venir en aide aux enfants en difficulté de lecture. Ainsi, il serait intéressant de faire un état des lieux des attentes et du regard des proches sur la dyslexie, afin de trouver des solutions ensemble, au plus près des difficultés observées par chacun. Concernant la présente étude, les questions qui se sont posées sont les suivantes. *Quelle place donner aux variables liées au contexte, au profil des enfants et au matériel ?* Si des résultats ont été observés suite à l'entraînement, est-ce seulement l'effet des polices sélectionnées ou l'aspect ludique et nouveau du protocole proposé à chaque enfant ? Cette évolution est-elle significative sur la durée ? N'est-elle pas justement due à l'intensité et la rigueur de l'entraînement ? D'autre part, la police OpenDyslexic améliore sensiblement les performances en lecture pour trois participants aux troubles dyslexiques sévères. Est-ce pour autant un signe de son efficacité ? Par ailleurs, l'analyse des impacts de la police n'a été réalisée qu'à partir de trois types d'écriture. Que penser du choix restreint de ces polices ? Peut-être que d'autres auraient été plus efficaces ou

préférées par les enfants même si elles ne sont pas recommandées officiellement. Une étude à plus large échelle comprenant les polices les plus utilisées au quotidien par les enfants serait intéressante. De plus, le français est une langue opaque complexe avec des spécificités phonologiques et orthographiques. De ce fait, on peut se demander quels sont ses effets sur la police de caractères et l'acquisition de la lecture? A l'origine, n'est-il pas plus difficile à déchiffrer que d'autres langues ? L'efficacité des polices de caractères varie selon le degré d'opacité de la langue parlée, aussi peut-être qu'une police spécifique adaptée à notre langue, serait plus bénéfique à la lecture de tous notamment des enfants dyslexiques. D'autre part, l'étude prend en compte la vitesse de lecture, les erreurs d'oralisation et les ressentis de chaque participant. Or, *quels sont les effets de la police sur la compréhension ?* Si les résultats attestent de progrès sensibles concernant le déchiffrage et le plaisir pris pendant la lecture, rien ne permet de vérifier la compréhension. Comprendre ce qu'on lit permet d'améliorer le stock lexical orthographique et de développer des compétences cognitives de manière plus générale. Seule l'observation clinique a pu permettre d'apprécier qualitativement l'accès au sens de chaque participant au sein de l'étude. Il aurait été intéressant d'évaluer la compréhension de chacun au moyen de tests étalonnés mais cela aurait certainement altéré les résultats, trop de variables étant testées simultanément. La dernière interrogation concerne *la place donnée à la participation de plusieurs examinateurs*. En effet, stagiaires et orthophonistes exerçant depuis plusieurs années ont-ils la même sensibilité, le même regard et les mêmes effets sur l'enfant testé ? Il semble important de prendre en compte cet aspect humain. La subjectivité et l'expérience du testeur jouent un rôle dans la perception et la relation avec l'enfant. Par conséquent, avec plusieurs intervenants dans l'étude les résultats tendent à être biaisés.

### 2.3 Recherches complémentaires

Ce travail connaît des limites certaines mais reste novateur dans le domaine de la rééducation de la dyslexie. En effet, face au développement d'outils numériques toujours plus adaptés aux personnes dyslexiques, le choix de la police de caractères et de la mise en page devient important. Selon Habib (2000, cité par Habib et al. 2004), la dyslexie est un «fardeau-socio-économique lourd de conséquence pour l'avenir personnel et l'insertion sociale». Aussi, face à des troubles dyslexiques variés et à une urgence sans précédent en terme d'accessibilité, il paraît crucial de pouvoir recommander un type de police en fonction de la difficulté en lecture de chacun et des troubles qui peuvent lui être associés. D'où l'ambition de ce mémoire et des prochains à venir nous l'espérons. Cette étude a démontré l'efficacité d'un

entraînement quotidien de la lecture sur la vitesse, les erreurs et le plaisir pris par l'enfant en contexte dyslexique. Malgré des effectifs et des moyens réduits, il a été possible de constater que les enfants possédant un trouble de l'empan visuo-attentionnel étaient moins sensibles aux effets d'un entraînement intensif en lecture, et ce quelle que soit la police testée. Même si les résultats restent peu significatifs et non généralisables, cette étude reste prometteuse et demande à être poursuivie. Ainsi, d'autres travaux pourraient mettre en évidence des similitudes dans la perception et l'altération des mots écrits chez les personnes dyslexiques, et faire le lien avec l'origine des troubles en lecture. En effet, avec un échantillon élargi et un plus grand nombre de polices testées, il serait possible de regrouper des signes cliniques similaires, d'isoler des troubles de même origine et de proposer un entraînement sur un plus large éventail de polices de caractères. Aussi, une police de texte pourrait être recommandée pour un type de dyslexie ou de trouble de la lecture. Cette découverte permettrait à chaque enfant concerné de bénéficier d'une béquille adaptée à sa pathologie et de l'utiliser au quotidien, à l'école comme à la maison. Par ailleurs, un tel travail pourrait déboucher sur la création d'une plaquette informative destinée aux orthophonistes, répertoriant les recommandations numériques et les pistes rééducatives nécessaires à une telle prise en charge. En séance, l'entraînement en lecture pourrait être proposé de manière intensive et régulière, en parallèle d'une rééducation de l'empan visuo-attentionnel si besoin et d'une appropriation progressive de la mise en page.

## CONCLUSION

L'utilisation du numérique est de plus en plus fréquente dans les rééducations et les aménagements mis en place pour les enfants en difficulté de lecture. Par conséquent, les questions concernant la mise en page et la présentation deviennent incontournables. Bien que l'idée qu'une police de texte adaptée aux enfants dyslexiques (qui représentent 1 à 8 % des enfants d'âge scolaire) soit approuvée, il existe un débat incessant entre les polices serif, sans serif et spécialement conçues pour les dyslexiques. Si le but premier de ce mémoire était de démontrer l'efficacité supérieure d'une d'entre elles, il a surtout mis en évidence que les aides matérielles et techniques apportées à ces enfants doivent être adaptées selon la spécificité de leurs troubles. Même si l'adaptation de la mise en page et l'utilisation de ces trois polices apportent un confort en lecture supplémentaire et non négligeable, les participants expriment des ressentis différents. En effet, OpenDyslexic semble procurer de meilleurs résultats en matière de vitesse et d'erreurs en lecture, alors qu'Arial et Times New Roman restent les polices préférées des enfants interrogés. De plus, cette étude a mis en évidence qu'un entraînement intensif et régulier était bénéfique pour tous les enfants testés, et ce quelle que soit la police de texte utilisée. En effet, sur les huit participants, tous ont amélioré leur vitesse et leur précision de lecture en faisant moins d'erreurs. Or, il existe une différence de progression entre les enfants possédant un trouble de l'empan visuo-attentionnel et les autres. Les résultats démontrent que ces participants éprouvent des difficultés persistantes en lecture en lien avec une mauvaise identification des lettres et un empan réduit. Cette sensibilité se manifeste par une fatigue intense et des troubles dyslexiques majorés. En revanche, ils sont moins affectés par l'entraînement et révèlent des progrès moins flagrants que les autres enfants non confrontés à ce déficit. Ainsi, il existe véritablement un lien entre difficulté de lecture et trouble visuo-attentionnel. Ces obstacles pouvant être en partie compensés par une mise en page adaptée, il est pertinent d'apporter aux enfants des aménagements qui tiennent compte de leur individualité et de leur symptomatologie. Afin de répondre à la question initiale, cette étude devrait être reprise avec un plus large échantillon d'individus et des textes plus accessibles aux participants. Pour renarcissiser ces enfants, rendre les résultats plus objectivables et affiner l'analyse clinique, des aides techniques telles que la vidéo et l'enregistrement, ainsi que des adaptations textuelles complémentaires devraient être investies. Finalement, cette recherche a révélé qu'un entraînement en lecture était bénéfique aux enfants en contexte dyslexique, plus que le choix de la police. Ce constat interpelle sur la nécessité de poursuivre cette étude afin de

préciser quelle famille de police conviendrait le mieux à ces enfants, de prévenir les troubles visuo-attentionnels concomitants à la dyslexie, et de proposer une remédiation orthophonique adaptée au moyen d'un entraînement régulier à la lecture et d'aides à la mise en page.

# BIBLIOGRAPHIE

## Ouvrages

- Baddeley, A.D. (1986). *Working Memory*. Oxford : Clarendon Press.
- 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 : Ortho Edition.
- Bélisle, C. (2004). *La lecture numérique : réalités, enjeux et perspectives*. Villeurbanne : Presse de l'école nationale supérieure des sciences de l'information et des bibliothèques.
- Bonnelle, M. (2002). *La dyslexie en médecine de l'enfant*. Bruxelles : Solal.
- Brin-Henry, F., Courrier, C., Lederlé, E. et Masy, V. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues : Ortho Edition.
- Cheminal, R. et Brun, V. (2002). *Les dyslexies*. Rencontres en rééducation. Paris : Masson.
- Dehaene, S. (2007). *Les Neurones de la lecture*. Paris : Odile Jacob.
- Ecalle, J., Magnan, A., et Ramus, F. (2007). L'apprentissage de la lecture et ses troubles. In S. Ionescu & A. Blancet (Eds.), *Nouveau cours de psychologie. Psychologie et développement de l'éducation*. Paris : PUF.
- Fayol, M. et Gaonac'h., D. (2003). *Aider les élèves à comprendre : du texte au multimédia*. Paris : Hachette éducation.
- Gallet, C. (2012). *100 idées pour que tous les enfants sachent lire*. Paris : Tom Pousse.
- Gil, R. (2014). *Neuropsychologie*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Habib, M. (1997). *Dyslexie cerveau singulier*. Bruxelles: Solal.
- Habib, M. et Rey, V. (2000). *Dyslexie, dyslexies. Dépistage, remédiation et intégration*. Aix-en-Provence : Publications de l'Université de Provence.
- Habib, M., Vigneule- Daumas, N., Camps, R., Daffaure, V., Massonnat, S. (2004). Effet d'un entraînement phonologique utilisant de la parole temporellement modifiée chez des enfants souffrant de dyslexie phonologique. pp.199- 208. In: *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales*, S. Valdois, P. Colé et D. David (Eds.), Marseille : Solal.
- Hill, W. (2006). *Le langage de la typographie. Connaître et choisir ses polices de caractères*. Paris : Eyrolles.
- Hinshelwood, J. (1917). *Congenital word blindness*. London : H. K. Lewis & Co.
- Morton, J. (2004). *Understanding Developmental Disorders : A Causal Modelling Approach*. Oxford : Blackwell.
- Sauvageot, B. (2015). *Adieu, la dyslexie !* Paris : Robert Laffont.
- Sprenger-Charolles, L. et Colé, P. (2013). *Lecture et dyslexie, approche cognitive*. Paris: Dunod.

- Van Hout, A. et Estienne, F. (2001). *Les dyslexies. Décrire, évaluer, expliquer, traiter*. Paris : Masson.

### Articles

- Ahr, S., Butlen, M., & Elalouf, M. L. (2012). Lectures sur écran, lectures sur papier. Discours et représentations des élèves de 15 ans. *Le français aujourd'hui*, (178), 65-76.
- Arditi, A. et Cho, J. (2005). Serifs and font legibility. *Vision Research*, 45(23), 2926-2933.
- Bachmann, C. (2013). EasyReading as a compensating tool for readers with dyslexia : a comparison between Times New Roman and EasyReading in good readers and dyslexic fourth grade children. *Dislessia. Giornale italiano di ricerca clinica e applicativa*, 10(2). <http://www.easyreading.it/wp-content/uploads/2015/02/BACHMANNNS-SCIENTIFIC-STUDY.pdf>
- Bedoin, N. (2015). Déficiences d'attention spatiale et temporelle dans les dyslexies développementales. *Rééducation orthophonique*, (262), 27-52.
- Bellocchi, S., Muneaux, M., Bastien-Toniazzi, M., & Ducrot, S., (2013). I Can Read It in Your Eyes : What Eye Movements Tell Us about Visual Attention Processes in Developmental Dyslexia ? *Research in Developmental Disabilities*, (34), 452-460.
- Bernard, M. L., Chaparro, B. S., Mills, M. M., & Halcomb, C. G. (2003). Comparing the effects of text size and format on the readability of computer-displayed Times New Roman and Arial text. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(6), 823-835.
- Bertrand-Gastaldy, S. (2002). Des lectures sur papier aux lectures numériques : quelles mutations? *HAL*. [https://halshs.archives-ouvertes.fr/sic\\_00000256/document](https://halshs.archives-ouvertes.fr/sic_00000256/document)
- Bucci MP, Brémond-Gignac D, Kapoula Z. (2008). Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 246(3), 417-28.
- Chaix, Y. (2014). Quoi de neuf dans les Troubles Spécifiques de l'Apprentissage? *A.N.A.E.*, (128), 2-10.
- Chokron, S., Cavezian, C., & Gaudry, I. (2014). Les troubles neurovisuels chez l'enfant et leur lien avec les troubles des apprentissages. *A.N.A.E.*, 26(129), 117-126.
- Drillon, J. (2012). Une histoire de la typographie : Mais que fait la police ? *Le Nouvel Observateur*, (2479), 114-117. <http://bibliobs.nouvelobs.com/>
- Feely, M., Rubin, G. S., Ekstrom, K., & Perera, S. (2005). Investigation into font characteristics for optimum reading fluency in readers with sight problems. *International Congress Series*, 1282, 530-533. [10.1016/j.ics.2005.05.121](https://doi.org/10.1016/j.ics.2005.05.121).
- Filiole, A.M., (1990). Lire, acte complexe et fondamental. *Bulletin des bibliothèques de France*, (2), en ligne. <http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1990-02-0158-003>
- French, M. M. J., Blood, A., Bright, N. D., et al. (2013). Changing fonts in education : How the Benefits Vary with Ability and Dyslexia. *The Journal of Educational Research*, 106(4), 301-304.

- Friedman, N. P., Miyake, A. (2013). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions : Four General Conclusions. *Curr Dir Psychol Sci.*, 21(1), 8-14.
- Goswami, U., Ziegler, J.C, (2005). Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading Across Languages : A Psycholinguistic Grain Size Theory. *Psychological Bulletin*, 131(1), 3-29.
- Jouët, J. et Pasquier, D. (1999). Les jeunes et l'écran. *Réseaux*, 17(92-93).
- Jucla, M. (2014). Que reste-t-il de l'hypothèse phonologique ? *A.N.A.E.*, 26(128), 19-26.
- Ling, J. et Van Schaik, P. (2006). The influence of font type and line length on visual search and information retrieval in web pages. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(5), 395–404.
- Livingstone M.S., Rosen G.D., Drislane F.W., Galaburda A.M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proc Natl Acad Sci USA*, 88, 7.
- Madeira, J., Silva, C., Marcelino, L., & Ferreira, P. (2015). Assistive Mobile Applications for Dyslexia. *Procedia Computer Science*, 64, 417-424.
- Maumet, L. (2011). Livre numérique. *Bulletin des bibliothèques de France*, (5), en ligne. <http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2011-05-0011-002>
- Mazenauer, B. (2014). Lire, c'est prendre le temps, ou : Le sens du superflu. *Éducation Permanente*, Lire(4), 8.
- McCandliss, B.D. (2012). Helping dyslexic children attend to letters within visual word forms. *PNAS*, 109(28), 11064-11065.
- Mc Carthy, J. E. et Swierenga, S. J. (2010). What we know about dyslexia and Web accessibility : a research review. *Univ Access Inf Soc*, 9, 147–152.
- Morel, L. (2012). L'enfant et les écrans. *L'Orthophoniste*, (321), 19-28.
- Muneaux, M. et Ducrot, S. (2014). Capacités oculomotrices, visuo-attentionnelles et lecture : un autre regard sur la dyslexie. *A.N.A.E.*, (129), 137-146.
- Orton, S.T. (1925). Word Blindness in School Children. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 14, 581-615.
- Plakopiti, A. et Bellou, I. (2014). Text configuration and the impact of anxiety on pupils with dyslexia. *Procedia Computer Science*, 27, 130-137.
- Poulain, M. (1986). Les pratiques de la lecture. *Bulletin des bibliothèques de France*, (2), en ligne, <http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1986-02-0182-006>. ISSN 1292-8399
- Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 129-141.
- Rello, L. et Baeza-Yates, R. (2013). Good Fonts for Dyslexia. *ASSETS*. (Washington, USA).
- Rello, L., Kanvinde, G., & Baeza-Yates, R. (2012). IDEAL: a Dyslexic-Friendly eBook Reader. *ASSETS*. (Boulder, Colorado, USA).

- Rello, L., Kanvinde, G., & Baeza-Yates, R. (2011). Layout Guidelines for Web Text and a Web Service to Improve Accessibility for Dyslexics. *W4A*, (The 9th International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility, Lyon, France).
- Robert, Y. (2000). Dyslexies et nouvelles technologies. *Glossa*, (74), 56-61.
- Rockinson-Szapkiw, A.J. Courduff, J., Carter, K. & Bennett, D. (2013). Electronic versus traditional print textbooks : A comparison study on the influence of university students learning. *Computers and Education*. (63) 259-266.
- Santos, R. (2002). La composante visuelle dans les dyslexies développementales : interprétation, remédiation. *Glossa*, (80), 28-43.
- Schiavo, G. et Buson, V. (2014). Interactive e-books to Support Reading Skills in Dyslexia. *IDC'14*, 17-20. (Aarhus, Denmark).
- Schneps, M. H., Thomson, J. M., Chen, C., Sonnert, G., & Pomplun, M. (2013). E-Readers Are More Effective than Paper for Some with Dyslexia. *PLOS One*, 8(9).
- Seidenberg, M., & McClelland, J. (1989). A distributed developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523- 568.
- Simons, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Castillo, E. M., & Papanicolaou, A. C. (2002). Brain mechanisms for reading words and pseudowords : An integrated approach. *Cerebral Cortex*, 12, 297–305.
- Tainturier, M.J., Valdois, S., David, D. & Pellat, J. (2002). Surface dyslexia without dysgraphia : A case report of a new dissociation. *Brain and Language*, 83, 196-199.
- Tallal, P. (2004) Improving Language and Literacy is a Matter of Time. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(9), 721-728.
- Testard-Vaillant, P. et Bettayeb, K. (2009). E-book, internet, smartphone... La lecture change, nos cerveaux aussi. *Sciences et Vie*, (1104), 42-57.
- Thangaraj, J. (2004). Fascinating fonts; Is the power of typography a marketing myth? *PRism2*. [http://www.prismjournal.org/fileadmin/Praxis/Files/Journal\\_Files/Issue2/Commentary/thangaraj.pdf](http://www.prismjournal.org/fileadmin/Praxis/Files/Journal_Files/Issue2/Commentary/thangaraj.pdf)
- Valdois, S. (2014). Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique ? *A.N.A.E.*, 26(128), 27-35.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia) : what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2-40.
- Yager, D., Plass, R., & Aquilante, K. (1998). High and low luminance letters, acuity reserve, and font effects on reading speed. *Vision Research*, 38(17), 2527-2531.
- Zikla, P., Bartosova, I. K., Viskova, K.J., et al. (2015). The Possibilities of ICT Use for Compensation of Difficulties with Reading in Pupils with Dyslexia. *International Educational Technology Conference*, 176, 915-922.
- Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., Bravar, L., et al. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(28), 11455-9.

## Mémoires

- Delamare, C. (2012). *Dyslexie-dysorthographe et handicap scolaire : les outils informatiques de compensation du langage écrit et leur intégration dans la prise en charge en orthophonie. Réalisation d'une plaquette d'information et d'un site Internet à l'usage des orthophonistes.* (mémoire d'orthophonie, Université de Poitiers, France).
- Hlavacek, T. (2014). *Typografie a dyslexie: písmo a jeho vliv na rychlost a chybovost čtení* (mémoire, Université de Masaryk, Brno, République Tchèque).
- Kieken, M. (2011). *Impact de l'écran sur la lecture de l'adolescent dyslexique* (mémoire d'orthophonie, Université de Nice, France).
- Klein, V. (2010). *Influence de la typographie sur l'aisance de lecture d'une population d'enfants dyslexiques* (mémoire d'orthophonie, Université de Bordeaux, France).
- Leeuw, R. (2010). *Special font for dyslexia ?* (mémoire, Université de Twente, Pays-Bas).

## Sites web

- Site d'Auxilidys (2015). *Découvrir la police Dyslexie.* <http://www.auxilidys.fr/>
- Site de la British Dyslexia Association. (2015). *Dyslexia Style Guide.* [www.bdadyslexia.org.uk](http://www.bdadyslexia.org.uk)
- Site de la British Dyslexia Association. (2015). *Typefaces for dyslexia. Which typeface do you use? Why do you like it?* [www.bdadyslexia.org.uk](http://www.bdadyslexia.org.uk)
- Site du dictionnaire Larousse (2015). [www.larousse.fr](http://www.larousse.fr)
- Site du dictionnaire Petit Robert (2016). [www.lerobert.com](http://www.lerobert.com)
- Site de ResearchGate. Karsenti, T. (2014). *25 principaux avantages du livre numérique.* [www.researchgate.net/](http://www.researchgate.net/)
- Site du Syndicat National de l'Édition. (2015). <http://www.sne.fr/>

# ANNEXES

## Annexe 1. Extraits du matériel d'entraînement, groupe 1

maison
papa
porte
rue
avec

deux
terre
été
maman
pipe

Jour 1 : 04 janvier 2016

### L'aiguille à repriser

Il y avait un jour une aiguille à repriser : elle se trouvait elle-même si fine qu'elle s'imaginait être une aiguille à coudre.

« Maintenant, faites bien attention, et tenez-moi bien, dit la grosse aiguille aux doigts qui allaient la prendre. Ne me laissez pas tomber ; car, si je tombe par terre, je suis sûre qu'on ne me retrouvera jamais. Je suis si fine !

- Laisse faire, dirent les doigts, et ils la saisirent par le corps.

## Annexe 2. Extraits du matériel d'entraînement, groupe 2

maison
papa
porte
rue
avec

deux
terre
été
maman
pipe

Jour 1 : 04 janvier 2016

### L'aiguille à repriser

Il y avait un jour une aiguille à repriser : elle se trouvait elle-même si fine qu'elle s'imaginait être une aiguille à coudre.

« Maintenant, faites bien attention, et tenez-moi bien, dit la grosse aiguille aux doigts qui allaient la prendre. Ne me laissez pas tomber ; car, si je tombe par terre, je suis sûre qu'on ne me retrouvera jamais. Je suis si fine !

– Laisse faire, dirent les doigts, et ils la saisirent par le corps.

– Regardez un peu ; j'arrive avec ma suite », dit la grosse aiguille en tirant après elle un long fil ; mais le fil n'avait point de nœud.

### Annexe 3. Extraits du matériel d'entraînement, groupe 3

maison
papa
porte
rue
avec

deux
terre
été
maman
pipe

Jour 1 : 04 janvier 2016

#### **L'aiguille à repriser**

Il y avait un jour une aiguille à repriser : elle se trouvait elle-même si fine qu'elle s'imaginait être une aiguille à coudre.

« Maintenant, faites bien attention, et tenez-moi bien, dit la grosse aiguille aux doigts qui allaient la prendre. Ne me laissez pas tomber ; car, si je tombe par terre, je suis sûre qu'on ne me retrouvera jamais. Je suis si fine !

– Laisse faire, dirent les doigts, et ils la saisirent par le corps.

– Regardez un peu ; j'arrive avec ma suite », dit la grosse aiguille en tirant après elle un long fil ; mais le fil n'avait point de nœud.

Annexe 4. Calendrier proposé aux enfants pendant l'entraînement

## JANVIER-FEVRIER 2016

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAM/DIM
SEMAINE 1					1	2/3
SEMAINE 2	4 Début de l'entraînement	5	6	7	8	9/10
SEMAINE 3	11	12	13	14	15	16/17
SEMAINE 4	18	19	20	21	22	23/24
SEMAINE 5	25	26	27	28	29	30/31
SEMAINE 6	1	2	3	4	5	6/7

8	9	10	11	12	
				<b>Fin de l'entraînement</b>	

Annexe 5. Grille d'observation utilisée lors de l'entraînement

(Jamais Rarement Parfois Souvent Toujours)

	Oui	Non	J	R	P	S	T	Observations
Difficultés pour décoder les lettres et les sons (CGP)								
Inversions de syllabes								
Inversions de lettres ou de sons								
Confusions de lettres ou de sons								
Ajouts de lettres ou de sons								
Omissions de lettres ou de sons								
Allongements vocaliques								
Silences, pauses, hésitations								
Retours en arrière, relectures								
Sauts de lignes								
Autocorrection								
Refus de lire, abandon								

Manque d'intérêt, ennui								
Difficultés de concentration (impulsivité, impatience)								
Anxiété, réactions de prestance (rires, plaintes, balancements)								
Fatigue (bâillements, douleurs oculaires, maux de tête)								
Vitesse de lecture ralentie (mot à mot, par unités de sens, saccadée)								
Intonation absente (pas de rythme, irrespect de la ponctuation)								
Utilisation d'outils (suivi du doigt/ de la règle, cache, guide de lecture)								
Aide demandée (regard, geste, parole, requête explicite ou non)								
Compréhension (non recherchée, approximative, nulle)								

Dégradation rapide des performances de lecture au cours d'une même phrase								
Fixité du regard (impression qu'il subit l'information sans la comprendre)								
Stratégies, compensations								

## Annexe 6. *Questionnaire soumis aux enfants avant l'entraînement*

Merci pour ta participation à ce projet de fin d'études.

Grâce à toi et à cette expérience, les effets de la police de caractères sur la lecture numérique des enfants en difficultés de lecture va pouvoir être étudiée. Des polices de caractères plus adaptées pourront être proposées à ces enfants et intégrées dans un livre numérique en cours de création pour les enfants dyslexiques. De plus, cet entraînement va te permettre de progresser en lecture tout en prenant du plaisir à travers des histoires passionnantes !

Avant de commencer, j'aimerais apprendre à te connaître et entendre ton ressenti sur la lecture, les écrans. Pour cela, je vais te poser quelques questions si tu es d'accord.

### **1. Aimes-tu lire ?**

Pourquoi lis-tu en général ? Que t'apportes la lecture ? ( plaisir, détente, recherche d'informations...)

### **2. Où lis-tu en général ?** (école, maison, lit, vacances...)

A quel moment de la journée lis-tu ?

A quelle fréquence lis-tu ?

Lis-tu seul ou accompagné?

### **3. Quel type de livres lis-tu ?** (BD, roman, livre scolaire...)

### **4. As-tu une tablette numérique/un ordinateur à la maison ?**

Combien y en a t-il en tout à la maison ? Combien en as-tu personnellement ? A quoi te servent-ils ? Les utilises-tu dans d'autres lieux ? (école, médiathèque, grands-parents) Dans quel but les utilises-tu?

### **5. Lis-tu des livres sur la tablette ou sur l'ordinateur ?** A quelle fréquence ? Où ? Quand ?

Quel support préfères-tu ? Pourquoi?

### **6. Selon toi, as-tu des difficultés pour lire en général?**

Arrives-tu à comprendre ce que tu lis ? Qu'est-ce qui te semble le plus difficile dans la lecture ?

### **7. Demandes-tu de l'aide quand tu lis ?** Pourquoi ? A qui ? (institutrice, parent)

### **8. As-tu mal aux yeux quand tu lis ?** A quel moment de la journée? A quelle fréquence ?

### **9. Te sens-tu parfois fatigué quand tu lis ?** A quelle fréquence ? (souvent, parfois, tout le temps...)

A quel moment de la journée ? (début, fin, soir, tout le temps...)

### **10. As-tu des difficultés pour rester sur les lignes quand tu lis ?** As-tu parfois besoin de t'aider de ton doigt, d'une règle? A quelle fréquence ?

### **11. As-tu des difficultés pour voir les lettres dans le bon ordre ?** S'inversent-elles parfois pendant ta lecture ?

### **12. As-tu parfois l'impression que le texte "bouge" quand tu lis ?**

-> Les lettres se chevauchent-elles ?

-> Vois-tu les lignes doubles ?

-> Vois-tu le texte d'une autre couleur ? Le contraste change t-il ?

-> Vois-tu les mots ou les lettres "danser" sur la ligne (de droite à gauche, de haut en bas, tournent-ils sur eux mêmes ? )

-> Vois-tu le texte changer de taille ? Devient-il plus ou moins gros pendant ta lecture ?

**13. As-tu parfois des difficultés à comprendre ce que tu lis ?** (des mots, des phrases) Que fais-tu pour mieux comprendre dans ces cas-là ? (aide humaine, dictionnaire...)

**14. Quand tu lis, la présentation du texte est-elle importante pour toi ?** (les couleurs, les images, la taille des lettres...) Pourquoi ?

**15. Quand tu lis, la forme des lettres dans un mot est-elle importante pour toi ?** Quelle forme préfères-tu ? (ronde, droite, serrée, espacée, penchée, grossie...) Penses-tu lire différemment selon la forme des lettres ? Pourquoi ?

**16. Sais-tu ce que signifie « police de caractères » ?** Si oui, peux-tu l'expliquer avec tes mots ? Connais-tu différentes polices de texte ? Lesquelles ? Où les vois-tu en général ? (livres scolaires, ordinateur....)

**17. Quand tu tapes un texte à l'ordinateur, quelle police utilises -tu en général ?** Pourquoi ?

**18. Pour toi, que faudrait-il faire pour que tu puisses lire plus facilement ?** (Des outils adaptés, lire plus, s'entraîner, aller chez l'orthophoniste...)

Voilà, c'est terminé. Merci de ton aide.

As-tu trouvé difficile de répondre à ces questions ? Pourquoi ?

As-tu des questions ou des remarques à faire ?

## Annexe 7. Questionnaire soumis aux enfants après l'entraînement

Merci pour ta participation à ce projet de fin d'études.

J'aimerais savoir ce que tu as pensé de cet entraînement, du support de lecture et de la police de caractères utilisée dans les textes que tu as lus. Pour cela, je vais te poser quelques questions si tu es d'accord.

### 1. Comment as-tu trouvé cet entraînement ? Pourquoi ?

Connaissais-tu les contes d'Andersen ?

As-tu trouvé les textes intéressants ? Pourquoi ?

### 2. As-tu aimé lire les mots chaque jour ? Pourquoi ?

As-tu aimé lire les contes ? (plaisir, suspense, nouveauté, courts textes...)

Avais-tu déjà lu des contes avant cet entraînement ? Lesquels ? Pourquoi ?

### 3. As-tu eu des difficultés pour lire les mots ? Et les contes ? (présentation, vocabulaire...)

Pourquoi ?

### 4. As-tu eu des difficultés pour comprendre les mots ? Et les contes ?

Certains étaient-ils plus difficiles ? Pourquoi ?

5. As-tu eu mal aux yeux quand tu lisais ? Quelles sensations as-tu ressenties ? (picotements, étirements, douleurs...) A quel moment ? (début du texte, fin du texte, tout le temps...)

A quelle fréquence ? (jamais, parfois, souvent...)

### 6. As-tu été fatigué quand tu lisais les mots ? Et les textes ?

A quel moment ? (début, fin, rapidement, tout le temps ...) A quelle fréquence ?

Dirais-tu que tu étais plus fatigué que d'habitude ?

### 7. As-tu eu des difficultés pour rester sur les lignes ? A quel moment ? (début, fin, tout le temps...)

A quelle fréquence ? Comment t'en rendais-tu compte ?

As-tu eu besoin de t'aider de ton doigt pour suivre le texte ? D'une règle, d'un cache ?

8. As-tu eu besoin de l'aide de quelqu'un pendant que tu lisais (parents, frères, soeurs...)? A quelle fréquence ? Pourquoi ? (vocabulaire, compréhension, ne pas être seul...)

As-tu cherché des aides sur la tablette/sur l'ordinateur ? (dictionnaire en ligne, synthèse vocale, surlignage...)

### 9. As-tu aimé la façon dont le texte était présenté ? Pourquoi ? Qu'as-tu préféré ?

Qu'est-ce que tu as le moins aimé ? (couleur, absence d'images...)

As-tu aimé lire des histoires sur la tablette/l'ordinateur ? Pourquoi ?

Aimerais-tu lire d'autres livres sur la tablette/l'ordinateur ? Pourquoi ?

### 10. Connaissais-tu cette police de caractères ? Dans quel contexte l'avais-tu déjà rencontrée?

11. Comment pourrais-tu décrire cette police de caractères avec tes propres mots ? (jolie, pratique, difficile...) Qu'a-t-elle procuré chez toi ?

Selon toi, cette police de caractères t'a-t-elle aidé à mieux lire ? Pourquoi ? Dirais-tu que la police de caractères était :

- Très désagréable
- Désagréable

- Normale
- Agréable
- Très agréable

**12. As-tu trouvé ces textes plus faciles à lire que ceux que tu lis d'habitude ?**

Pourquoi ? As-tu pris du plaisir à lire chaque jour ? Pourquoi ?

**13. As-tu mieux reconnu les lettres sur ce support ?** Peux-tu expliquer pourquoi ?

Parfois: -> les lettres se chevauchaient-elles ?

-> les lignes étaient-elles doubles, les unes par dessus les autres ?

-> la couleur des mots changeait-elle ?

-> les lettres/les mots dansaient-ils sur la ligne (de droite à gauche, de haut en bas, tournent sur eux mêmes ?)

-> les mots et les lettres devenaient-ils plus ou moins gros ?

**14. As-tu eu l'impression de mieux comprendre ce que tu lisais ?** Pourquoi ?

**15. As-tu eu l'impression de faire moins d'erreurs en lisant dans cette police de caractères ?** A quelle fréquence ?

**16. As-tu eu l'impression de lire plus vite dans cette police de caractères ?**

Penses-tu lire plus vite désormais ?

**17. As-tu trouvé une différence concernant ta lecture entre le début et la fin de l'entraînement ?**

Laquelle ? Est-ce quelque chose de positif pour toi ? Pourquoi ?

Vas-tu parler de cette expérience autour de toi ? (proches, copains, instituteur...)

**18. Dirais-tu que certaines choses ont été plus difficiles que d'autres pendant cet entraînement ?**

Lesquelles ? Qu'as-tu préféré dans cet entraînement ? Pourquoi ?

Penses-tu que liras plus de livres maintenant ? Pourquoi ?

**19. Aimerais-tu que tout ce que tu lis soit écrit dans cette police de caractères ?** Pourquoi ?

Dans quel contexte/lieu aimerais-tu la retrouver ? (école, ordinateur personnel...)

Aimerais-tu que tes documents en classe soient dans cette police ? Pourquoi ?

**20. Utiliseras-tu cette police à l'avenir ?** Pourquoi ? Dans quelles situations ?

Utiliserais-tu un logiciel ou un livre numérique contenant cette police pour continuer à t'entraîner à lire ? Pourquoi ?

Merci encore pour ton aide. As-tu des questions ou des remarques à faire ?

Annexe 8. Données brutes des résultats pré-tests et post-tests

ENFANTS	SCORE GEANT	LECTURE	SCORE PETIT	LECTURE	MONSIEUR
Participant 1, 10 ans, CM2	-1 ET		-0.3 ET		
Participant 2, 10ans, CM1	-1.6 ET		-0.9 ET		
Participant 3, 10 ans, CM1	-1.9 ET		-1.7ET		
Participant 4, 10 ans, CM2	-2.4 ET		-3.5 ET		
Participant 5, 9 ans, CM1	0.0 ET		+0.86 ET		
Participant 6, 10ans, CM1	-0.13 ET		-0.48 ET		
Participant 7, 13ans, 4 <sup>ème</sup>	-0.72 ET		-0.71 ET		
Participant 8, 12ans, 6 <sup>ème</sup>	-1.40 ET		-1.97 ET		

ENFANTS	MOTS FREQUENTS IRREGULIERS PRE TEST	POST TEST	TEMPS PRE TEST	POST TEST
Participant 1	-0.7ET	+0.7 ET	-0.1ET	-0.3ET
Participant 2	-2.2ET	-2.9ET	-1.6ET	-0.4ET
Participant 3	-4.2ET	-1.5 ET	-3.3ET	-2.3 ET
Participant 4	-3.3ET	-3.3 ET	-6.03ET	-7.9 ET
Participant 5	-2.76 ET	-0.16 ET	-0.12ET	+1.13 ET
Participant 6	-2.76 ET	+0.49 ET	+0.69 ET	+0.22 ET
Participant 7	+ 0.65 ET	-0.69 ET	0.80ET	+0.43 ET
Participant 8	-1.72 ET	-2.03 ET	-1.72ET	-2.04 ET

ENFANTS	MOTS FREQUENTS REGULIERS PRE TEST	POST TEST	TEMPS PRE TEST	POST TEST
Participant 1	-0.7ET	+0.4ET	-0.1ET	0.0 ET

<b>Participant 2</b>	-2.2ET	+0.8ET	-1.6ET	+0.4ET
<b>Participant 3</b>	-4.2ET	-0.1ET	-3.3ET	-0.3ET
<b>Participant 4</b>	-3.3ET	-2.1 ET	-6.03ET	-10 ET
<b>Participant 5</b>	-2.76 ET	+0.45 ET	-0.12ET	+1.21 ET
<b>Participant 6</b>	-2.76 ET	+0.45 ET	+0.69 ET	+0.41 ET
<b>Participant 7</b>	+ 0.65 ET	-0.87 ET	+0.80ET	+0.52 ET
<b>Participant 8</b>	-1.72 ET	+0.34 ET	-1.72ET	-2.14 ET

<b>ENFANTS</b>	<b>NON MOTS FREQUENTS PRE TEST</b>	<b>POST TEST</b>	<b>TEMPS PRE TEST</b>	<b>POST TEST</b>
<b>Participant 1</b>	-0.7ET	-0.9 ET	-0.1ET	-0.8 ET
<b>Participant 2</b>	-2.2ET	-4.9ET	-1.6ET	-1.0ET
<b>Participant 3</b>	-4.2ET	-1.6 ET	-3.3ET	-0.5 ET
<b>Participant 4</b>	-3.3ET	-0.9 ET	-6.03ET	-5.1 ET
<b>Participant 5</b>	-2.76 ET	-1.06 ET	-0.12ET	+1.22 ET
<b>Participant 6</b>	-2.76 ET	-1.53 ET	+0.69 ET	+0.29 ET
<b>Participant 7</b>	+ 0.65 ET	-0.39 ET	+0.80ET	-0.45 ET
<b>Participant 8</b>	-1.72 ET	+0.12 ET	-1.72ET	-1.25 ET

<b>ENFANTS</b>	<b>MOTS PEU FREQUENTS IRREGULIERS PRE TEST</b>	<b>POST TEST</b>	<b>TEMPS PRE TEST</b>	<b>POST TEST</b>
<b>Participant 1</b>	-0.7ET	+0.3 ET	-0.1ET	0.1 ET
<b>Participant 2</b>	-2.2ET	-0.3ET	-1.6ET	-0.4ET
<b>Participant 3</b>	-4.2ET	-1.1 ET	-3.3ET	-2.9 ET
<b>Participant 4</b>	-3.3ET	-1.6 ET	-6.03ET	-4.3 ET
<b>Participant 5</b>	-2.76 ET	-0.06 ET	-0.12ET	+1.36 ET
<b>Participant 6</b>	-2.76 ET	-0.57 ET	+0.69 ET	+0.35 ET
<b>Participant 7</b>	+ 0.65 ET	+0.57 ET	+0.80ET	-0.15 ET

<b>Participant 8</b>	-1.72 ET	-0.79 ET	-1.72ET	-1.98 ET

ENFANTS	MOTS PEU FREQUENTS REGULIERS PRE TEST	POST TEST	TEMPS PRE TEST	POST TEST
<b>Participant 1</b>	-0.7ET	+0.0 ET	-0.1ET	-0.4ET
<b>Participant 2</b>	-2.2ET	-4.7ET	-1.6ET	-0.7ET
<b>Participant 3</b>	-4.2ET	-1.2 ET	-3.3ET	-2.8 ET
<b>Participant 4</b>	-3.3ET	-3.1 ET	-6.03ET	-2.2 ET
<b>Participant 5</b>	-2.76 ET	-1.22 ET	-0.12ET	+1.46 ET
<b>Participant 6</b>	-2.76 ET	-2.72 ET	+0.69 ET	+0.45 ET
<b>Participant 7</b>	+ 0.65 ET	-0.67 ET	+0.80ET	-0.69 ET
<b>Participant 8</b>	-1.72 ET	-1.95 ET	-1.72ET	-2.58 ET

ENFANTS	NON MOTS PEU FREQUENTS PRE TEST	POST TEST	TEMPS PRE TEST	POST TEST
<b>Participant 1</b>	-0.7ET	-0.2 ET	-0.1ET	-1.0 ET
<b>Participant 2</b>	-2.2ET	-4.0ET	-1.6ET	-0.9ET
<b>Participant 3</b>	-4.2ET	-4.4 ET	-3.3ET	0.0ET
<b>Participant 4</b>	-3.3ET	-5.7 ET	-6.03ET	-1.9 ET
<b>Participant 5</b>	-2.76 ET	-1.50 ET	-0.12ET	+2.04 ET
<b>Participant 6</b>	-2.76 ET	-1.08 ET	+0.69 ET	+1.15 ET
<b>Participant 7</b>	+ 0.65 ET	+0.83 ET	+0.80ET	-0.99 ET
<b>Participant 8</b>	-1.72 ET	-0.69 ET	-1.72ET	-1.10 ET

## Annexe 9. Résultats au test EVADYS

### RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
50 ms	70 %	80 %	90 %	100 %	100 %

Score global sur 100	Séquences complètes sur 20	Scores par position				
		P1 sur 20	P2 sur 20	P3 sur 20	P4 sur 20	P5 sur 20
86	10	20	19	20	13	14

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 4.3

Score partiel sur 50	Scores par position				
	P1 sur 10	P2 sur 10	P3 sur 10	P4 sur 10	P5 sur 10
44	10	8	9	9	8

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 4.4

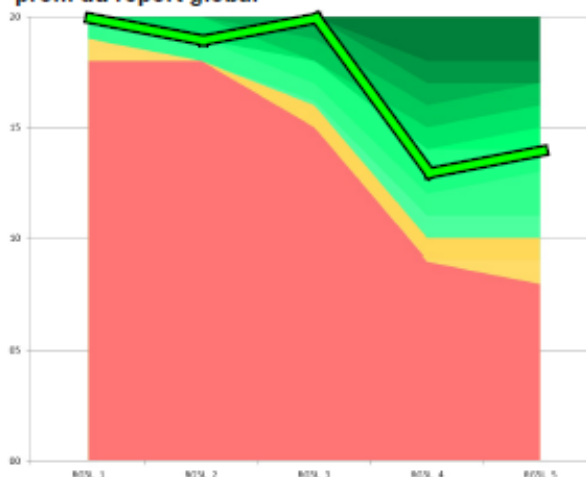
Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 4.35

### Comparaison à la norme du Bilan de niveau CM2

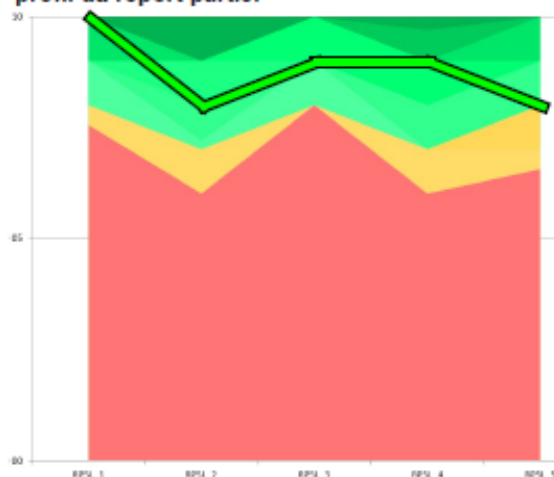
Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient		***				
Effectif de la norme(6F)	51.4 %	33.3 %	9.7 %	4.2 %	1.4 %	0 %

Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.

profil du report global



profil du report partiel



Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 4.3, Le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.  
 Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 4.4, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.  
 Avec un empan visuo-attentionnel composite de 4.35, le patient ne présente pas de trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 4, groupe 1, résultats EVADYS

## RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
84 ms	20 %	50 %	60 %	90 %	80 %

Score global sur 100	Séquences complètes sur 20	Scores par position				
		P1 sur 20	P2 sur 20	P3 sur 20	P4 sur 20	P5 sur 20
61	0	20	15	13	5	8

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 3.05

Score partiel sur 50	Scores par position				
	P1 sur 10	P2 sur 10	P3 sur 10	P4 sur 10	P5 sur 10
27	4	4	5	7	7

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 2.7

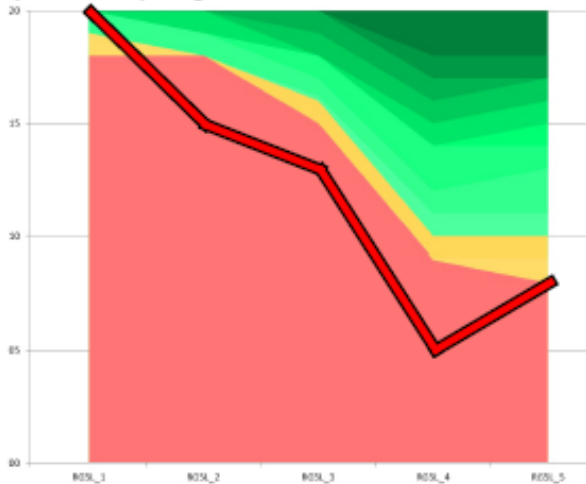
Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 2.88

## Comparaison à la norme du Bilan de niveau CM2

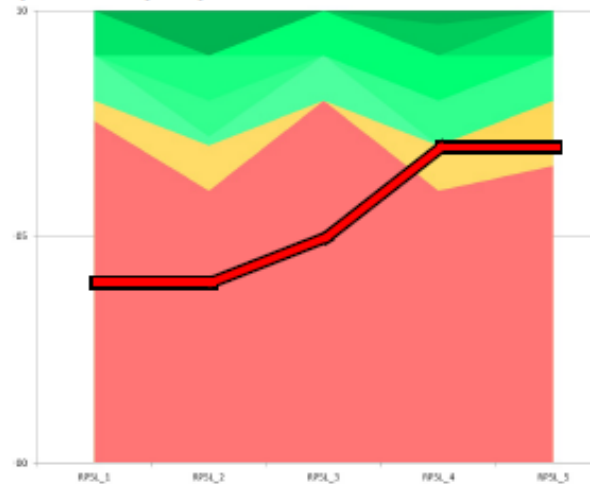
Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient				***		
Effectif de la norme(6F)	51.4 %	33.3 %	9.7 %	4.2 %	1.4 %	0 %

Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.

profil du report global



profil du report partiel



Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 3.05, Le patient fait partie des 5% des individus les plus faibles de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.

Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 2.7, le patient fait partie des 5% des individus les plus faibles de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.

Avec un empan visuo-attentionnel composite de 2.88, le patient a obtenu un score inférieur au cinquième centile. Il présente un trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 2, groupe 1, résultats EVADYS

## RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
67 ms	10 %	30 %	80 %	100 %	90 %

Score global sur 100	Séquences complètes sur 20	Scores par position				
		P1 sur 20	P2 sur 20	P3 sur 20	P4 sur 20	P5 sur 20
56	0	19	13	13	4	7

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 2.8

Score partiel sur 50	Scores par position				
	P1 sur 10	P2 sur 10	P3 sur 10	P4 sur 10	P5 sur 10
44	10	9	8	8	9

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 4.4

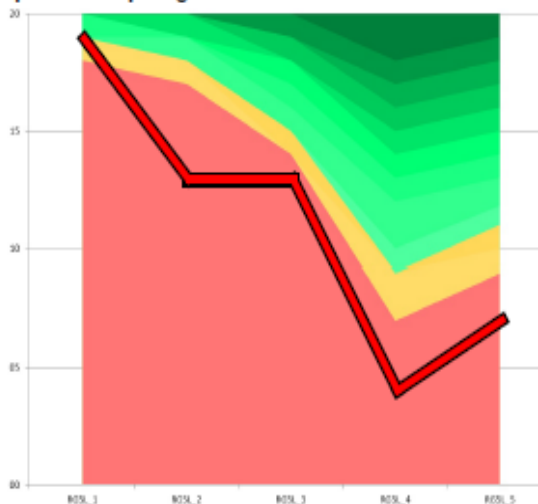
Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 3.6

## Comparaison à la norme du Bilan de niveau CM1

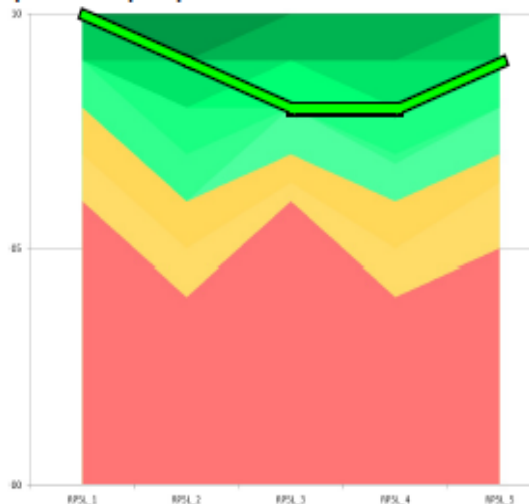
Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient			***			
Effectif de la norme(5F)	73.7 %	20.2 %	7 %	0 %	0 %	0 %

Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.

profil du report global



profil du report partiel



Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 2.8, Le patient fait partie des 5% des individus les plus faibles de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.

Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 4.4, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.

Avec un empan visuo-attentionnel composite de 3.6, le patient a obtenu un score inférieur au cinquième centile. Il présente un trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 3, groupe 1, résultats EVADYS

## RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
50 ms	60 %	80 %	100 %	100 %	100 %

Score global sur 144	Séquences complètes sur 24	Scores par position					
		P1 sur 24	P2 sur 24	P3 sur 24	P4 sur 24	P5 sur 24	P6 sur 24
93	0	23	20	20	11	7	12

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 3.88

Score partiel sur 72	Scores par position					
	P1 sur 12	P2 sur 12	P3 sur 12	P4 sur 12	P5 sur 12	P6 sur 12
64	12	10	12	10	8	12

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 5.33

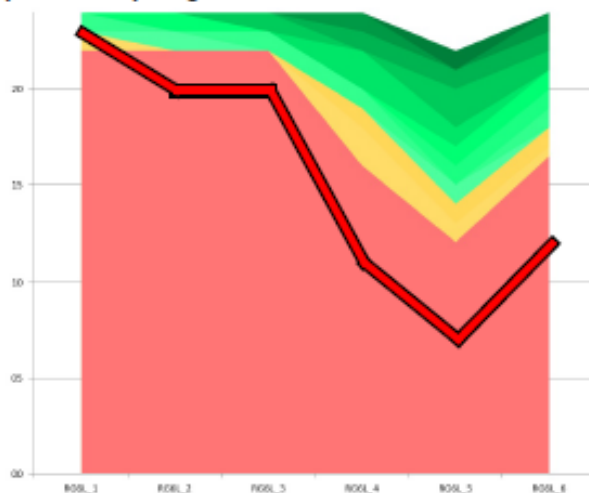
Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 4.6

## Comparaison à la norme du Bilan de niveau Adultes

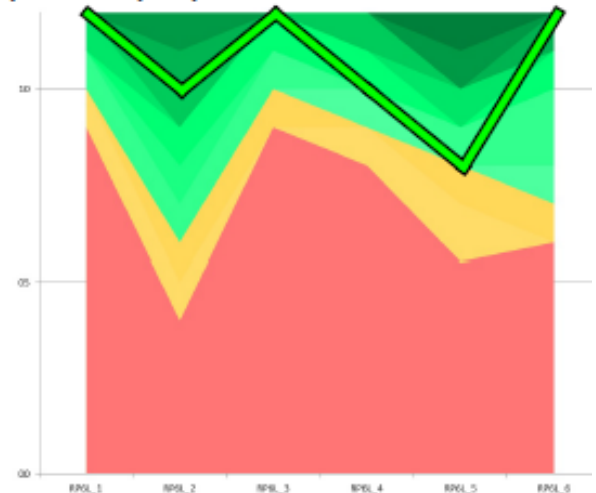
Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient		***				
Effectif de la norme(8H)	98 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.

profil du report global



profil du report partiel



Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 3.88, Le patient fait partie des 5% des individus les plus faibles de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.

Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 5.33, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.

Avec un empan visuo-attentionnel composite de 4.6, le patient a obtenu un score inférieur au cinquième centile. Il présente un trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 7, groupe 2, résultats EVADYS

## RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
67 ms	20 %	50 %	90 %	100 %	100 %

Score global sur 144	Séquences complètes sur 24	Scores par position					
		P1 sur 24	P2 sur 24	P3 sur 24	P4 sur 24	P5 sur 24	P6 sur 24
85	0	23	22	19	11	6	4

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 3.54

Score partiel sur 72	Scores par position					
	P1 sur 12	P2 sur 12	P3 sur 12	P4 sur 12	P5 sur 12	P6 sur 12
62	11	8	12	10	9	12

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 5.17

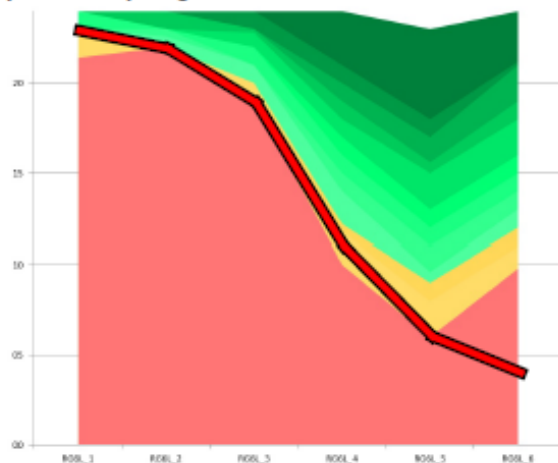
Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 4.35

## Comparaison à la norme du Bilan de niveau 6e-5e

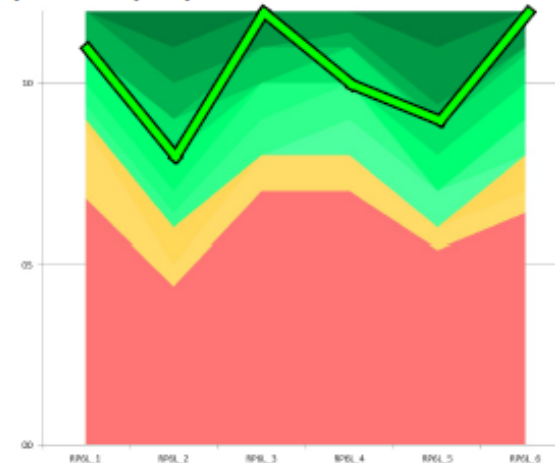
Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient			***			
Effectif de la norme(7H)	85.5 %	11.6 %	2.9 %	0 %	0 %	0 %

Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.

profil du report global



profil du report partiel



Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 3.54, Le patient fait partie des 5% des individus les plus faibles de cette épreuve dans la tranche d'âge considérée.

Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 5.17, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.

Avec un empan visuo-attentionnel composite de 4.35, le patient a obtenu un score inférieur au cinquième centile. Il présente un trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 8, groupe 2, résultats EVADYS

## RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
50 ms	70 %	80 %	100 %	100 %	100 %

Score global sur 100	Séquences complètes sur 20	Scores par position				
		P1 sur 20	P2 sur 20	P3 sur 20	P4 sur 20	P5 sur 20
84	9	20	20	17	12	15

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 4.2

Score partiel sur 50	Scores par position				
	P1 sur 10	P2 sur 10	P3 sur 10	P4 sur 10	P5 sur 10
46	9	9	10	10	8

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 4.6

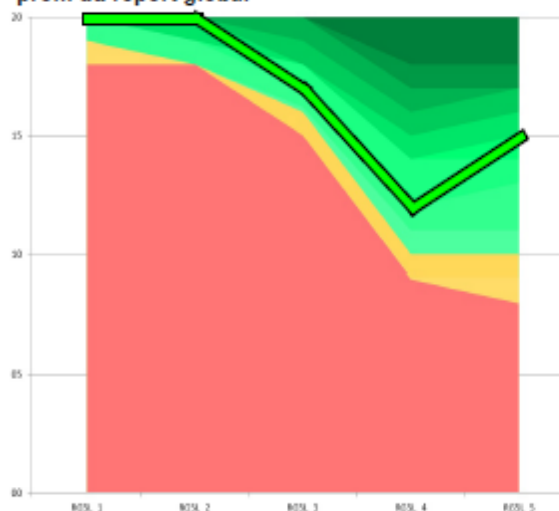
Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 4.4

## Comparaison à la norme du Bilan de niveau CM2

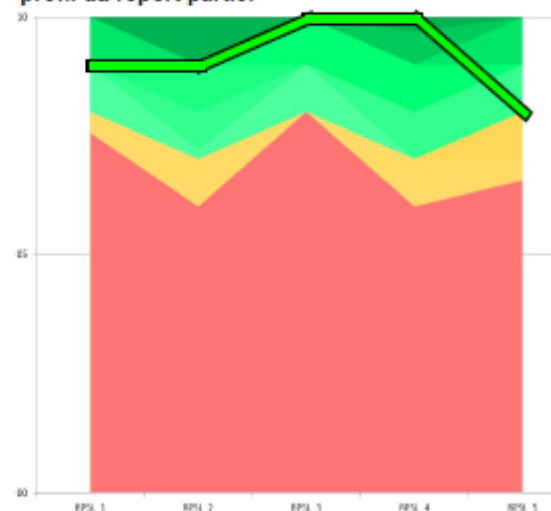
Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient		***				
Effectif de la norme(6F)	51.4 %	33.3 %	9.7 %	4.2 %	1.4 %	0 %

Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.

profil du report global



profil du report partiel



Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 4.2, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.

Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 4.6, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.

Avec un empan visuo-attentionnel composite de 4.4, le patient ne présente pas de trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 1, groupe 3, résultats EVADYS

## RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
67 ms	20 %	70 %	90 %	100 %	100 %

Score global sur 100	Séquences complètes sur 20	Scores par position				
		P1 sur 20	P2 sur 20	P3 sur 20	P4 sur 20	P5 sur 20
80	6	20	18	14	12	16

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 4

Score partiel sur 50	Scores par position				
	P1 sur 10	P2 sur 10	P3 sur 10	P4 sur 10	P5 sur 10
47	10	8	9	10	10

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 4.7

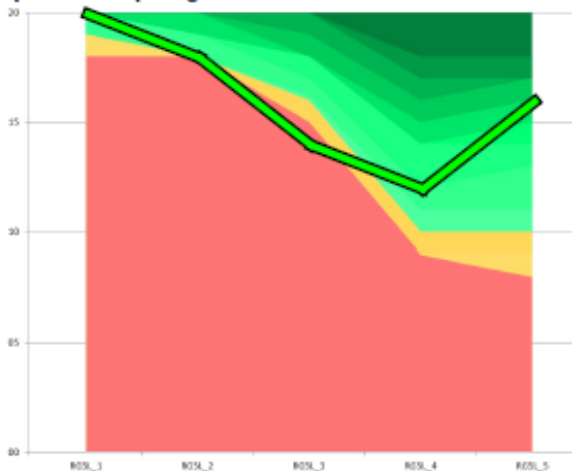
Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 4.35

## Comparaison à la norme du Bilan de niveau CM2

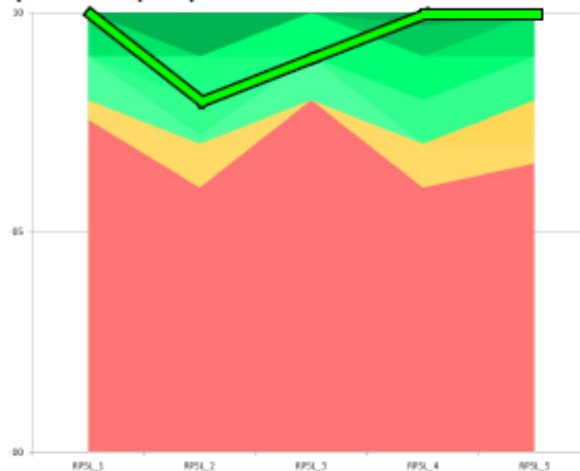
Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient			***			
Effectif de la norme(6F)	51.4 %	33.3 %	9.7 %	4.2 %	1.4 %	0 %

Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.

profil du report global



profil du report partiel



Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 4, Le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.  
 Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 4.7, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.  
 Avec un empan visuo-attentionnel composite de 4.35, le patient ne présente pas de trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 6, groupe 3, résultats EVADYS

## RESULTAT DES EPREUVES

Seuil de lettres estimé	Pourcentage de réussite				
	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms
84 ms	20 %	50 %	50 %	90 %	90 %

Score global sur 100	Séquences complètes sur 20	Scores par position				
		P1 sur 20	P2 sur 20	P3 sur 20	P4 sur 20	P5 sur 20
90	12	20	19	20	14	17

Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report global : 4.5

Score partiel sur 50	Scores par position				
	P1 sur 10	P2 sur 10	P3 sur 10	P4 sur 10	P5 sur 10
48	10	10	9	9	10

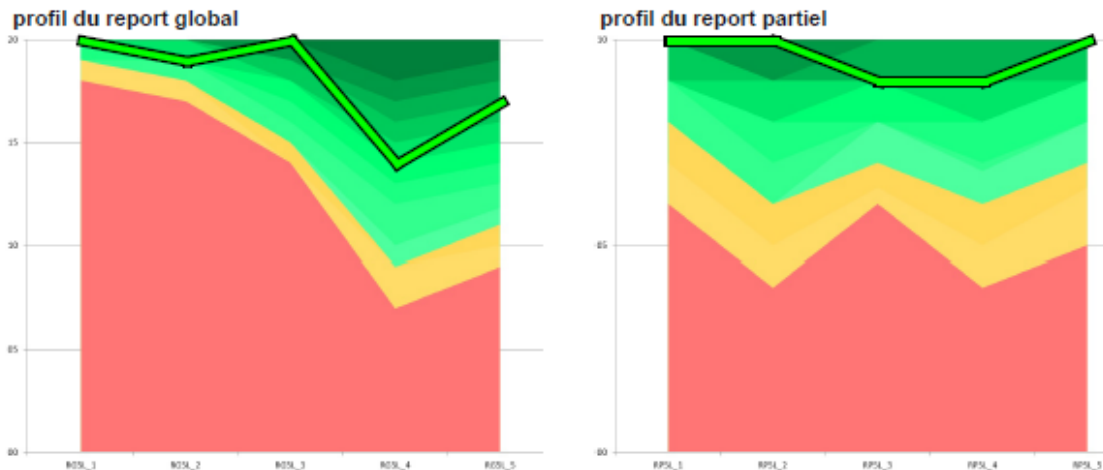
Estimation de l'empan visuo-attentionnel pour le report partiel : 4.8

Estimation de l'empan visuo-attentionnel composite : 4.65

## Comparaison à la norme du Bilan de niveau CM1

Seuil de lettre	33 ms	50 ms	67 ms	84 ms	101 ms	> 101 ms
Patient				***		
Effectif de la norme(5H)	73.7 %	20.2 %	7 %	0 %	0 %	0 %

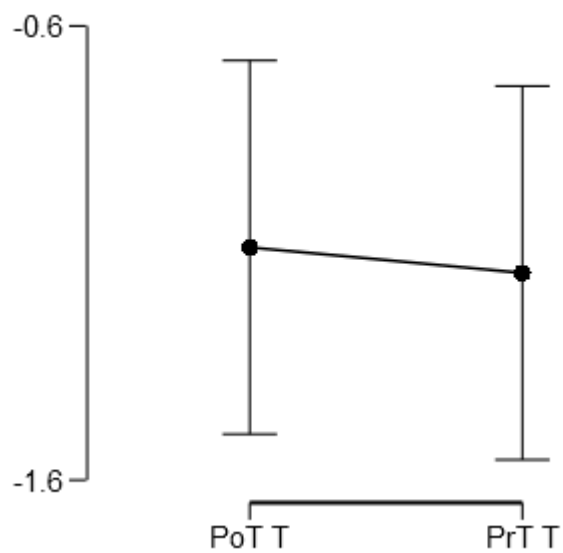
Conclusion "Seuil de Lettre" : Le seuil du patient est supérieur à celui des sujets de sa tranche d'âge, ce qui traduit des difficultés dès l'identification des lettres isolées. Les difficultés observées sur les épreuves de report global et partiel, si elles existent, peuvent dès lors être la conséquence de ce trouble sans atteinte de l'empan visuo-attentionnel.



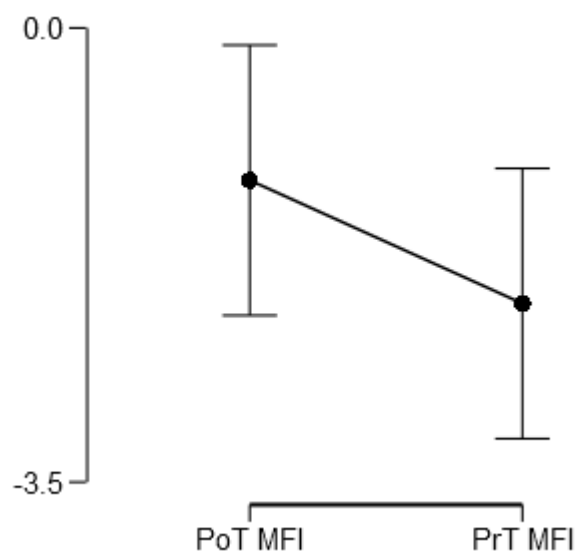
Avec un empan visuo-attentionnel pour le report global de 4.5, Le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.  
 Avec un empan visuo-attentionnel pour le report partiel de 4.8, le patient se situe dans la norme des témoins ou au-dessus.  
 Avec un empan visuo-attentionnel composite de 4.65, le patient ne présente pas de trouble de l'empan visuo-attentionnel.

Participant 5, groupe 3, résultats EVADYS

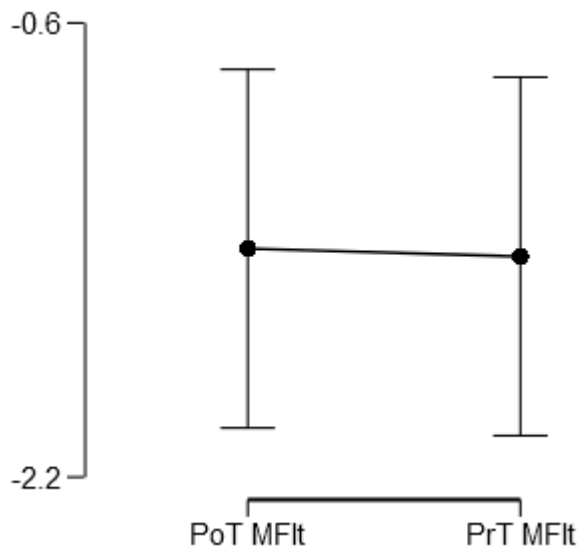
Annexe 10. Analyse statistique des résultats, calcul des écarts de confiance



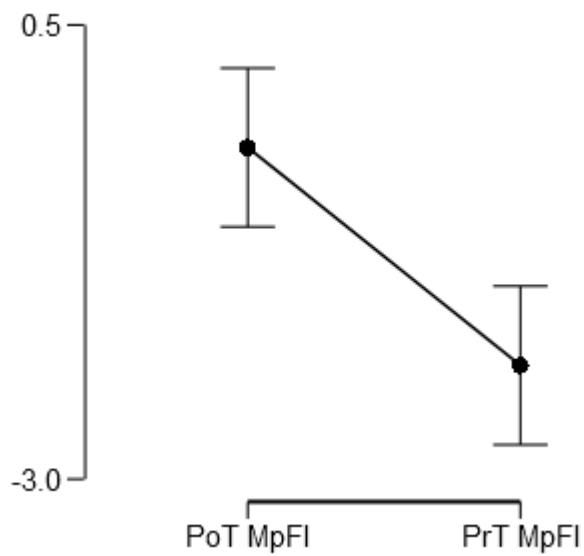
Épreuve de lecture de texte



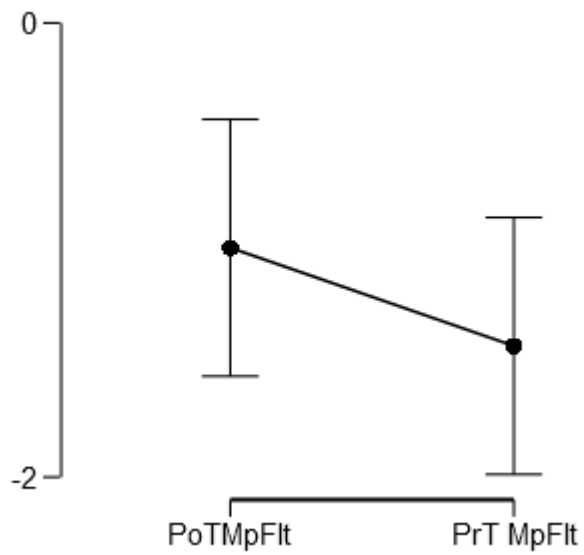
Épreuve de lecture de mots fréquents irréguliers, analyse des erreurs



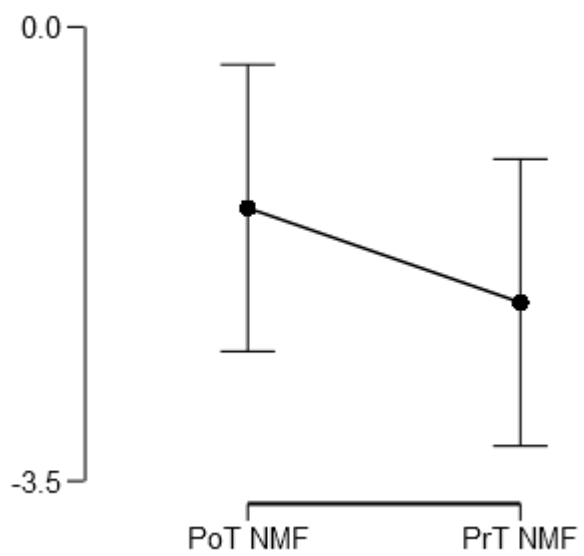
Épreuve de lecture de mots fréquents irréguliers, analyse du temps



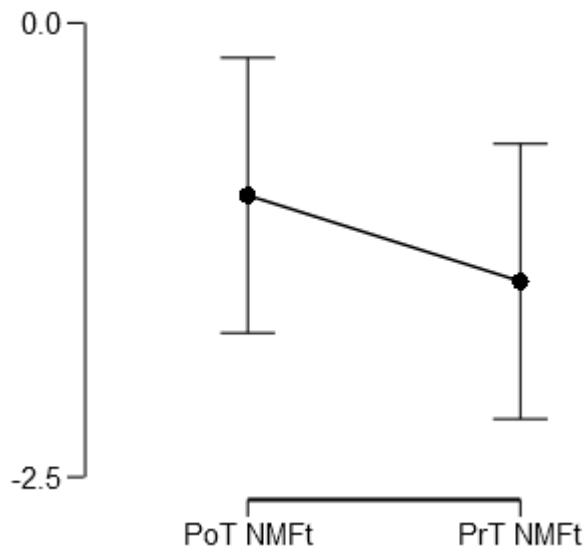
Épreuve de lecture de mots peu fréquents irréguliers, analyse des erreurs



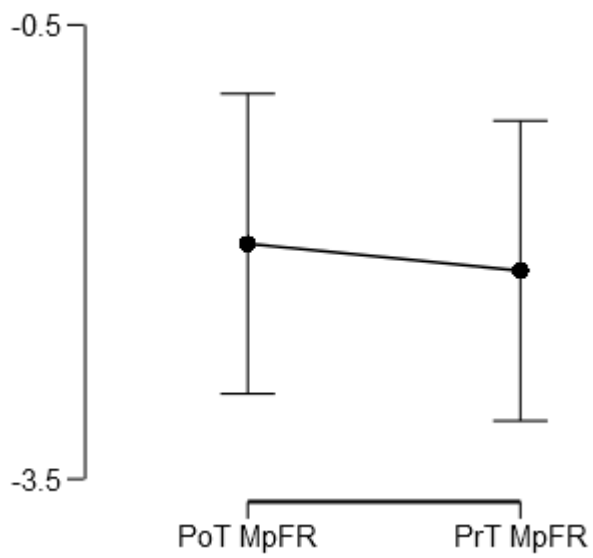
Épreuve de lecture de mots peu fréquents irréguliers, analyse du temps



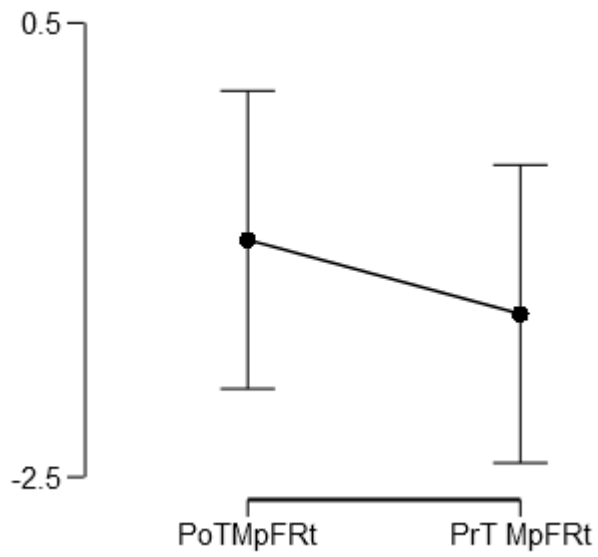
Épreuve de lecture de non mots fréquents, analyse des erreurs



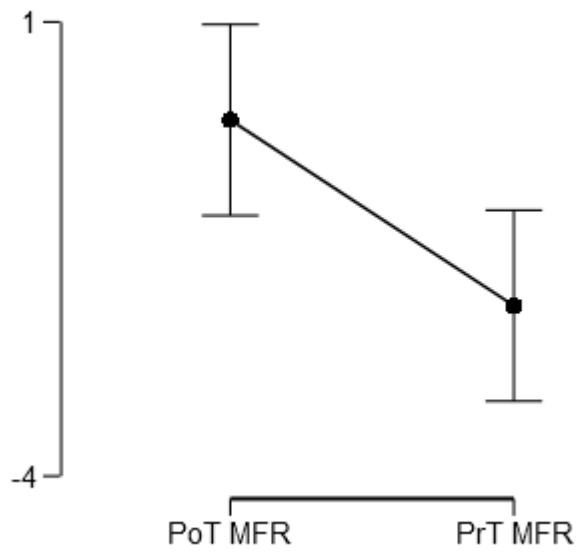
Épreuve de lecture de non mots fréquents, analyse du temps



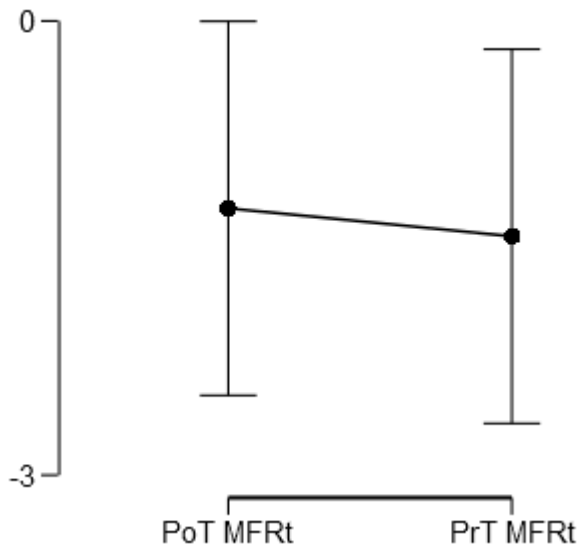
Épreuve de lecture de mots peu fréquents réguliers, analyse des erreurs



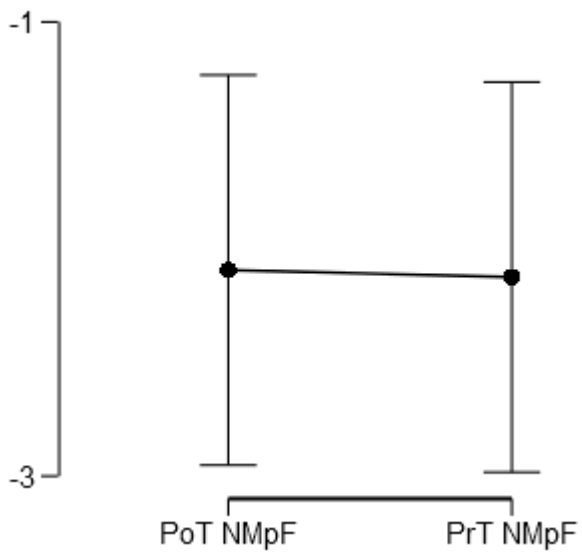
Épreuve de lecture de mots peu fréquents réguliers, analyse du temps



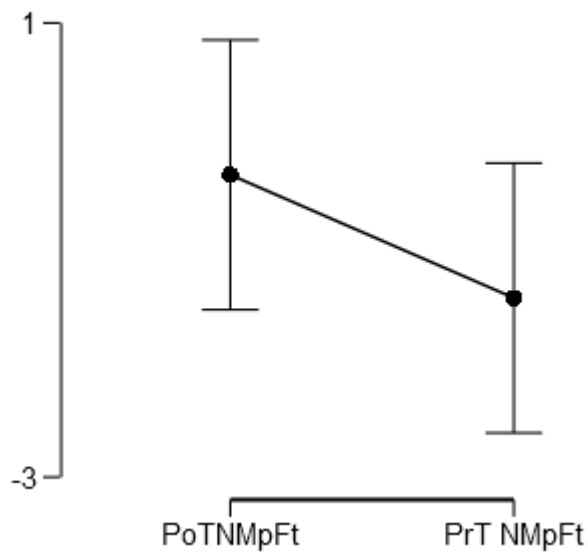
Épreuve de lecture de mots fréquents réguliers, analyse des erreurs



Épreuve de lecture de mots fréquents réguliers, analyse du temps



Épreuve de lecture de non mots peu fréquents réguliers, analyse des erreurs



Épreuve de lecture de non mots peu fréquents réguliers, analyse du temps

## RÉSUMÉ

Dans le monde, l'outil informatique devient de plus en plus présent pour pallier les difficultés en lecture. Nous savons que la présentation du texte et la typographie influencent la manière de lire des jeunes lecteurs en difficulté. Or les spécialistes n'arrivent pas à s'accorder sur le choix de la police de caractères la plus adaptée aux enfants en contexte dyslexique. Au moyen d'un entraînement intensif, nous avons cherché à démontrer les impacts de la police numérique sur la vitesse de lecture, les erreurs d'oralisation et le plaisir de lire, tout en déterminant laquelle serait la plus pertinente en fonction de l'origine des troubles. Plus que le choix de la police, c'est l'entraînement en lecture qui semble avoir permis à l'ensemble des participants de progresser. Néanmoins, ils ont montré des évolutions différentes en fonction de leur symptomatologie. Les sujets présentant un trouble de l'empan visuo-attentionnel montrent des difficultés persistantes en lecture associées à une fatigue intense. Il existe bien une corrélation entre troubles visuo-attentionnels et dyslexie. D'où l'importance de les prévenir et de les compenser en proposant un traitement orthophonique adapté en parallèle d'aides à la mise en page.

### Mots-clés :

Dyslexie, lecture, écran, police de caractères, serif, sans serif, empan visuo-attentionnel.

Nowadays, it tools are being used more and more to help people overcome reading difficulties. We know that young, struggling readers' reading abilities are affected by text layout and typography. Though experts can't seem agree on the font best suited for dyslexic children. We have used intensive training sessions to attempt to demonstrate the impact of digital fonts on reading speed, mistakes made while reading out loud and pleasure from reading, while trying to determine which font would be best suited to the origin of the disorder. It seems that reading training helped participants improve their skills more so than font choice. However, participants progressed differently based on their symptomatology. Subjects with visual attention span disorders showed persistent difficulties reading, associated to intense tiredness. A correlation indeed exists between visual attention span disorders and dyslexia, so it is important to take preventive steps and compensate for them with suitable speech therapy and page layout aides.

### Keywords :

Dyslexia, reading, screen, font, serif, sans serif, visual and attentional span.