



HAL
open science

L'incidence des colorisations syllabique et vocalique sur la vitesse de lecture, la précision de lecture et la préférence de texte des enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2

Célia Chenouna

► **To cite this version:**

Célia Chenouna. L'incidence des colorisations syllabique et vocalique sur la vitesse de lecture, la précision de lecture et la préférence de texte des enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2. Sciences cognitives. 2021. dumas-03282114

HAL Id: dumas-03282114

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03282114>

Submitted on 8 Jul 2021

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

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

Année universitaire 2020-2021

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPHONISTE
Grade Master

Présenté et soutenu publiquement le 15 juin 2021

par Célia CHENOUNA

née le 28/09/1993 à Auxerre (89)

L'incidence des colorisations syllabique et vocalique sur la vitesse de lecture, la précision de lecture et la préférence de texte des enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2

Sous la direction de :
Anne DESCOT

Membres du jury :

Madame Christine MAFAYOU, orthophoniste, chargée de cours à l'Université de Bordeaux

Madame Karine MUNOS, orthophoniste, chargée de cours à l'Université de Bordeaux

Année universitaire 2020-2021

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPHONISTE
Grade Master

Présenté et soutenu publiquement le 15 juin 2021

par Célia CHENOUNA

née le 28/09/1993 à Auxerre (89)

L'incidence des colorisations syllabique et vocalique sur la vitesse de lecture, la précision de lecture et la préférence de texte des enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2

Sous la direction de :
Anne DESCOT

Membres du jury :

Madame Christine MAFAYOU, orthophoniste, chargée de cours à l'Université de Bordeaux

Madame Karine MUNOS, orthophoniste, chargée de cours à l'Université de Bordeaux

Titre : L'incidence des colorisations syllabique et vocalique sur la vitesse de lecture, la précision de lecture et la préférence de texte des enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2.

Résumé : La dyslexie est un trouble neurodéveloppemental caractérisé par une faiblesse dans l'identification des mots écrits. Cette dernière se traduit par une lecture ralentie et des erreurs fréquentes. L'hypothèse explicative la plus consensuelle est celle du trouble phonologique (Kuster et al., 2018). Dans notre étude, nous ajoutons aux adaptations typographiques de texte validées scientifiquement, la colorisation de texte. Nous avons étudié les effets de la colorisation syllabique et de la colorisation vocalique sur 65 enfants dyslexiques recrutés sur la région Nouvelle Aquitaine. Les résultats statistiques montrent que la colorisation n'a ni amélioré, ni réduit la vitesse de lecture des enfants dyslexiques. En revanche, la précision de lecture a été améliorée grâce à la colorisation de texte qu'elle soit syllabique ou vocalique. Nous avons également interrogé le ressenti des enfants dyslexiques. Ils ont préféré les textes colorisés, et cette préférence était associée au texte lu le plus vite d'une part, et au texte lu le plus précisément d'autre part.

Mots clés : dyslexie - adaptation typographique - vitesse de lecture - précision de lecture - colorisation syllabique - colorisation vocalique

Title: The impact of syllabic and vowel coloring on reading speed, reading accuracy, and text preference of second grade dyslexic children at the reading-age.

Abstract : Dyslexia is a neurodevelopmental disorder characterized by a weakness in identifying written words. This results in slow reading and frequent errors. The most consensual explanatory hypothesis is that of phonological disorder (Kuster et al., 2018). In our study, we added text colorization to the scientifically validated text typographic adaptations. We studied the effects of syllabic colorization and vowel colorization on 65 dyslexic children recruited from the New Aquitaine region. Statistical results show that colorization neither improved, nor reduced the reading speed of dyslexic children. On the other hand, reading accuracy was improved by the colorization of text, whether syllabic or vowel. We also questioned the dyslexic children's feelings. They preferred the colored texts, and this preference was associated with the text read the fastest, as well as with the text read the most accurately.

Keywords : dyslexia - typographical adaptation - reading speed - reading accuracy - syllabic colorization - vowel colorization

Nombre de pages : 58 (52 hors annexes). Nombre de références : 48

REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidée dans la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, j'exprime ma reconnaissance à Anne Descot, qui, en tant que Directrice de mémoire, m'a aidée à trouver des solutions pour avancer.

Je souhaite remercier les membres du jury, Madame Mafayou et Madame Munos, d'avoir accepté d'examiner mon mémoire et d'être présentes à ma soutenance.

Merci à l'équipe pédagogique et aux professeurs du Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie de Bordeaux (CFUOB), ainsi qu'à mes maîtres de stage, pour la transmission de leur savoir-faire et savoir-être sur ces cinq années.

Je remercie également le Syndicat Régional des Orthophonistes d'Aquitaine (SROA) d'avoir transmis ma demande de recrutement. Merci aux orthophonistes qui ont accepté de faire passer notre protocole.

Je remercie les patients et leurs parents pour leur confiance.

Je remercie l'Institut de Santé Publique, d'Epidémiologie et de Développement (ISPED), Monsieur Joly, Monsieur Legrand et leurs étudiants en épidémiologie et en bio-statistique pour la pertinence de leurs questionnements, le temps accordé et les analyses effectuées.

Enfin, je souhaite remercier Madame Bobillier Chaumont pour ses conseils, ainsi que celles et ceux qui ont aidé à la relecture et à la correction de ce mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	3
TABLE DES MATIÈRES	4
TABLE DES TABLEAUX	6
TABLE DES FIGURES.....	6
TABLE DES ANNEXES	7
PRÉAMBULE.....	8
INTRODUCTION	9
CONTEXTE THÉORIQUE, BUTS ET HYPOTHÈSES.....	10
1 LANGUE FRANÇAISE ET LECTURE	10
1.1 LE SYSTÈME ALPHABÉTIQUE FRANÇAIS	10
1.2 APPRENTISSAGE DE LA LECTURE	13
2 TROUBLE SPÉCIFIQUE DES APPRENTISSAGES	19
2.1 CLASSIFICATIONS ET CRITÈRES	19
2.2 OUTILS DIAGNOSTICS	21
2.3 CAUSES DE LA DYSLEXIE	22
3 ADAPTATIONS TYPOGRAPHIQUES DE TEXTE.....	23
3.1 POLICES.....	23
3.2 TAILLE DE LA POLICE.....	24
3.3 ESPACES INTER-LETTRES ET INTER-MOTS	24
3.4 INTERLIGNES	24
4 BUTS ET HYPOTHÈSES.....	25
MATÉRIEL ET MÉTHODES	26
1 POPULATION	26
1.1 CRITÈRES D'INCLUSION	26
1.2 CRITÈRES D'EXCLUSION.....	26
1.3 RECRUTEMENT	26
2 MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	27
2.1 PROTOCOLE	27
2.2 FEUILLE DE RECUEIL	29
3 PROCÉDURE	29
4 VARIABLES ET TRAITEMENT DES DONNÉES.....	30
4.1 VARIABLES DÉPENDANTES	30
4.2 EXPLOITATION STATISTIQUE DES DONNÉES	31

RÉSULTATS.....	32
1 ANALYSE DESCRIPTIVE.....	32
1.1 DE L'ÉCHANTILLON	32
1.2 DE LA PRÉFÉRENCE DE TEXTE	34
2 ANALYSE STATISTIQUE	35
2.1 LA VITESSE DE LECTURE ET LA COLORISATION	35
2.2 LA PRÉCISION DE LECTURE ET LA COLORISATION.....	36
2.3 LA PRÉFÉRENCE DE TEXTE ET LA COLORISATION.....	37
DISCUSSION	39
1 RAPPELS DU BUT ET DES HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE.....	39
2 PRINCIPAUX RÉSULTATS ET LIENS AVEC LES HYPOTHÈSES.....	40
2.1 LA COLORISATION N'AMÉLIORE PAS LA VITESSE DE LECTURE DES ENFANTS DYSLEXIQUES	40
2.2 LA COLORISATION AMÉLIORE LA PRÉCISION DE LECTURE DES ENFANTS DYSLEXIQUES	41
2.3 LES ENFANTS DYSLEXIQUES PRÉFÈRENT LIRE UN TEXTE COLORISÉ.....	42
2.4 LE TEXTE PRÉFÉRÉ EST GÉNÉRALEMENT LE TEXTE LU LE PLUS VITE. DE MÊME, LE TEXTE PRÉFÈRE EST GÉNÉRALEMENT LE TEXTE LU LE PLUS PRÉCISÉMENT.	43
3 CRITIQUES MÉTHODOLOGIQUES	44
3.1 POPULATION	44
3.2 MATÉRIEL.....	44
3.3 MÉTHODE ET ANALYSE DES RÉSULTATS	46
4 PERSPECTIVES D'ÉTUDES	47
CONCLUSION	48
BIBLIOGRAPHIE	49
ANNEXES	53

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des effets expérimentaux en lecture à voix haute (Ziegler et Zorzi)	12
Tableau 2 : Sons vocaliques du français	18
Tableau 3 : Moyenne, écart-type et p-value (p) du nombre de mots lus en 1 minute pour chaque type de colorisation de texte	35
Tableau 4 : Moyenne, écart-type et p-value (p) du temps de lecture total pour chaque type de colorisation de texte	35
Tableau 5 : Moyenne, écart-type et p-value (p) du nombre de mots correctement lus au total pour chaque type de colorisation de texte	36
Tableau 6 : Moyenne, écart-type et p-value (p) du nombre d'erreurs en 1 minute et au total pour chaque type de colorisation de texte	36

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Modèle de la double voie (Coltheart, 1978)	13
Figure 2 : Modèle de Frith (Frith, 1985)	14
Figure 3 : Structure d'une syllabe fermée	17
Figure 4 : Carré latin de notre étude	28
Figure 5 : Répartition des sujets dyslexiques en fonction du sexe	32
Figure 6 : Moyenne d'âge des sujets dyslexiques en mois en fonction du sexe	32
Figure 7 : Répartition des âges-lecteurs des sujets dyslexiques	33
Figure 8 : Répartition des niveaux scolaires des sujets dyslexiques	33
Figure 9 : Répartition des âges-lecteurs des sujets dyslexiques en fonction de leur niveau scolaire	33
Figure 10 : Fréquence de la préférence de texte indépendamment de la performance de lecture	34

Figure 11 : Association de la préférence de texte (en %) à la meilleure performance en vitesse de lecture (MV) - test exact de Fisher	37
Figure 12 : Association de la préférence de texte (en %) à la meilleure performance en précision de lecture (MP) - test exact de Fisher	38
Figure 13 : Répartition des catégories grammaticales au sein de chaque partie de texte	45

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Modèle CDP+ (synthèse des modèles CDP et DRC) (Perry, Ziegler et Zorzi, 2007)	53
Annexe 2 : Arbre décisionnel de Launay (Launay, 2018)	54
Annexe 3 : Protocole explicatif à destination des orthophonistes	55
Annexe 4 : Feuille de recueil à destination des orthophonistes (Exemple pour les combinaisons ABC)	56
Annexe 5 : Textes pour le patient (Exemple : combinaison 1 - A1 B2 C3)	57

PRÉAMBULE

« Selon une étude de l'Université de Cambridge, l'ordre des lettres dans un mot n'a pas d'importance, la seule chose importante est que la première et la dernière soient à la bonne place. Le reste peut être dans un désordre total et vous pouvez toujours lire sans problème. C'est parce que le cerveau humain ne lit pas chaque lettre elle-même, mais le mot comme un tout. »

Outre son caractère ludique, ce canular envoyé par mail dans les années 2000 montre que tout lecteur expert parvient à déchiffrer n'importe quel texte pourvu que la première et la dernière lettre de chaque mot soient à la bonne place. La suppléance mentale qui permet ce jeu de déduction s'acquiert petit à petit.

Avant de parvenir à ce niveau d'expertise, chaque apprenant est passé par une phase de déchiffrage plus ou moins laborieuse, selon sa langue. Le protocole de notre étude tente d'apporter des outils pertinents pour pallier les difficultés rencontrées par les jeunes dyslexiques en lecture.

Bonne lecture à tous.

INTRODUCTION

À quoi sert la lecture ? La finalité de la lecture est la compréhension de ce qui est lu. Or, ce sont les difficultés de décodage qui sont à l'origine des difficultés de compréhension des jeunes lecteurs (Gentaz et al., s. d.).

Le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales définit la lecture comme « l'action de lire, de déchiffrer visuellement des signes graphiques qui traduisent le langage oral. » (*Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales*, s. d.). Les adultes qui, enfants, dévoraient les livres, ont oublié qu'ils avaient appris à déchiffrer, tandis que ceux qui se sont heurtés à la difficulté de la lecture du français s'en souviennent encore.

Quand l'action de lire passe du plaisir au déplaisir, les lecteurs pauvres entrent dans un cercle vicieux décrit par Merton dans les années 70. Aussi appelé « effet Matthieu », ce processus d'accroissement des inégalités peut être appliqué à la lecture : les enfants qui ont de bonnes performances de lecture entrent dans une spirale ascendante, alors que les enfants les plus faibles en lecture entrent dans un cercle vicieux (Cunningham & Stanovich, 1998). Le manque d'exposition et de pratique retardent l'automatisation et la rapidité de la reconnaissance des mots.

Les apprentis lecteurs dyslexiques sont face à une langue française opaque et irrégulière dont le décodage coûteux cognitivement est décourageant. Des auteurs ont montré que certaines adaptations typographiques de texte sont aidantes pour les enfants dyslexiques en termes de polices d'écriture, d'interlignes, d'espacements intra et inter-mots (Kuster et al., 2018; Martelli et al., 2009; Rello & Baeza-Yates, 2017). Ces adaptations répondent à l'hypothèse du déficit visuel à l'origine de la dyslexie ; qu'en est-il de l'hypothèse du déficit phonologique ?

La colorisation vocalique d'un texte réduirait-elle l'effort cognitif du décodage en ciblant les groupes consonantiques ? La structure syllabique joue-t-elle un rôle dans la reconnaissance des mots français ? Les deux types de colorisation, syllabique et vocalique, facilitent-elles la reconnaissance des mots écrits par une absence d'exposition à l'erreur ?

Nous commencerons par aborder les spécificités et difficultés du système alphabétique français. Puis, nous définirons la dyslexie en faisant l'état des lieux des hypothèses explicatives actuelles pour cibler les déficits sur lesquels agir. Nous aborderons ensuite les études menées sur les adaptations typographiques de texte pour établir la base de notre protocole. Nous expliquerons la méthodologie de notre étude portant sur la colorisation. Enfin, nous exposerons et discuterons nos résultats.

CONTEXTE THÉORIQUE, BUTS ET HYPOTHÈSES

1 Langue française et lecture

Cette partie présente la spécificité du système alphabétique, l'opacité et les effets de lecture de la langue française. Elle reflète les difficultés auxquelles sont confrontés les normo-lecteurs dans l'apprentissage de la lecture. Une approche et des outils spécifiques sont dès lors nécessaires pour aider les enfants dyslexiques.

1.1 Le système alphabétique français

1.1.1 Sons, phonèmes, graphèmes

La voix produit des sons en nombre infini. Aux alentours de 6 mois, l'enfant devient incapable d'articuler les sons qui n'appartiennent pas à sa langue maternelle et ne garde que ceux de son système linguistique (*Les Fondations du langage. Essais de linguistique générale I*, s. d.). Les sons acquièrent du sens lorsqu'ils sont sélectionnés par une langue (*Lire. Tome 1, Apprendre à lire - Marlise Weiss, Bernadette Gromer*, s. d.)

Le phonème est la plus petite unité de la chaîne parlée. C'est une unité de son capable de produire un changement de sens (par exemple : foi, roi). Le français compte 35 phonèmes.

Le graphème est la plus petite unité du système graphique qui transcrit les phonèmes. Il peut être composé d'une ou de plusieurs lettres. Par exemple, le phonème /o/ peut se transcrire [o] ou [au], on parle alors de digramme ou de trigramme quand il est transcrit [eau].

La lettre est une unité de l'alphabet. L'alphabet latin est dit « biunivoque ». Chaque lettre de cet alphabet symbolise un phonème qui correspond à un graphème. Ainsi, il suffit à un élève d'apprendre l'alphabet latin pour pouvoir lire tous les mots de cette langue, ce qui n'est pas le cas du français.

Le système d'écriture du français est dit « alphabétique ». Les lettres de l'alphabet français correspondent à des phonèmes, aussi bien vocaliques (a, e, i...) que consonantiques (b, c, d...). Un enfant qui apprend à lire le français, connaît 26 lettres. Mais en réalité, la combinaison des lettres entre elles permet de constituer 35 phonèmes. Les phonèmes sont transcrits par des graphèmes. Or, le français compte environ 130 graphèmes pour 35 phonèmes, contrairement par exemple, au néerlandais, qui compte 35 graphèmes pour 35 phonèmes (*Recherches en éducation - article de synthèse 2006*, s. d.). Autrement dit, chaque son n'a qu'une seule manière d'être transcrit en

néerlandais. Cela explique le degré de complexité auquel les enfants français sont confrontés lorsqu'ils apprennent à lire.

1.1.2 Notion d'opacité

La langue française est opaque en transcription. Cependant, en lecture elle est moins opaque que l'anglais mais reste peu transparente sur certains mots comme « oignon » par exemple où le graphème [oi] se prononce /o/. Plus une langue comporte de correspondances graphème-phonème, moins elle est transparente, autrement dit, plus elle est opaque. En outre, cette conversion demande un apprentissage. « Ce qui détermine la vitesse avec laquelle on apprend à lire, c'est la facilité avec laquelle on peut mettre en place le mécanisme de décodage » (Ziegler, s. d.-a). Une langue avec peu de correspondances graphème-phonème est donc plus accessible aux jeunes lecteurs.

Dans une étude menée sur 14 langues, Ziegler montre que les enfants finlandais et allemands sont ceux qui lisent le plus de mots par minute à la fin du CP, 55 mots en moyenne, comparativement aux enfants anglais et français qui déchiffrent le moins vite avec 10 mots par minute (Ziegler, s. d.-a). En effet, le finlandais et l'allemand sont des langues transparentes, l'anglais et le français des langues opaques.

D'autres irrégularités augmentent l'opacité de la langue française :

- les graphies contextuelles : le même graphème ne correspond pas toujours au même phonème. [c] peut se prononcer /k/ ou /s/ selon la voyelle qui précède ou suit.
- les graphies complexes : le même phonème ne se transcrit pas toujours par le même graphème. [f] peut se transcrire /f/ ou /ph/ selon l'orthographe d'usage.

1.1.3 Effets de lecture

L'identification du mot écrit se trouve parfois complexifiée par des effets qui sont observés en lecture à voix haute. Ces effets entrent en jeu dans la compréhension des mécanismes de lecture du lecteur expert. Ils sont inhérents à la langue française et constituent un obstacle supplémentaire.

Pour les rendre visibles, deux modèles sont fréquemment utilisés :

- le modèle à double voie en cascade (DRC de Coltheart, Rastle, Perry, Langdon et Ziegler, 2001)
- le modèle connexionniste à deux processus (CDP de Zorzi, Houghton & Butterworth, 1998)

En 2007, Perry, Ziegler et Zorzi mettent au point le modèle CDP+ (*Annexe 1*), qui est une synthèse incrémentale du modèle DRC pour la voie lexicale et du modèle CDP pour la voie sous-lexicale.

Deux caractéristiques distinguent les modèles connexionnistes des modèles à double voie. La première porte sur la nature des traitements qui s'opèrent au cours de la lecture. Les modèles à double voie renvoient à des traitements distincts des différents types de mots (voie sous-lexicale pour les mots réguliers, voie lexicale pour les mots irréguliers), alors que les modèles connexionnistes postulent des traitements similaires. La seconde renvoie à la façon dont les informations sont stockées en mémoire. Dans les modèles à double voie, les mots sont représentés dans un endroit de la mémoire lexicale appelé représentation. Dans ces représentations, sont stockés des ensembles d'informations telles que les lettres, les sons, les morphèmes et les concepts qui composent ces mots. Des mots formellement proches ont des représentations localisées en mémoire de façon proche. L'approche connexionniste oppose des patrons d'activation d'ensemble d'unités orthographiques, phonologiques et sémantiques avec leurs connexions. Dans la mesure où le réseau apprend progressivement, des mots formellement proches possèdent des patrons d'activations proches.

Ziegler et Zorzi présentent la liste des effets de lecture expérimentaux en lecture à voix haute.

Tableau 1 : Liste des effets expérimentaux en lecture à voix haute (Ziegler et Zorzi) – issu de Psychologie cognitive de la lecture (Ferrand, 2007) p290

EFFETS	EXPÉRIENCES	DESCRIPTION
Fréquence	Jared (2002, Exp 2) Weekes (1997)	Les mots de haute fréquence sont prononcés plus rapidement/correctement que les mots de basse fréquence.
Lexicalité	McCann & Besner (1987) Weekes (1997)	Les mots sont prononcés plus rapidement/mieux que les non-mots.
Fréquence X régularité	Paap & Noel (1991) Jared (2002, Exp 2)	Les mots irréguliers sont prononcés plus lentement/moins bien que les mots réguliers. Pas d'interaction avec la fréquence (selon Jared, 2002).
Consistance (mots)	Jared (2002, Exp 1)	Les mots inconsistants sont prononcés plus lentement/moins bien que les mots consistants.
Consistance (non-mots)	Andrews & Scarrat (1998)	La prononciation des non-mots montre des effets graduels de la consistance : les gens n'utilisent pas toujours les correspondances graphèmes-phonèmes les plus communes.
Longueur X régularité	Weekes (1997) Ziegler et al (2001)	Les latences de prononciation augmentent linéairement avec chaque lettre additionnelle.
Position de l'irrégularité	Rastle & Coltheart (1999)	La taille de l'effet de régularité est plus grande pour les mots avec une irrégularité en position initiale qu'en seconde ou troisième position.
Voisinage Rime	Ziegler et al (2001)	Les mots avec beaucoup de voisins-rimes sont prononcés plus rapidement/correctement que ceux ayant peu de voisins-rimes.
Amorçage Onset	Forster & Davis (1991)	Les mots précédés par une amorce partageant l'attaque sont prononcés plus rapidement/correctement que des mots précédés par des amorces non reliées.
Avantage pseudo-homophonique	McCann & Besner (1987) Reynolds & Besner (2005)	Les non-mots se prononçant comme des mots réels sont prononcés plus rapidement/correctement que des contrôles orthographiques.

1.2 Apprentissage de la lecture

1.2.1 Modèles

1.2.1.1 Modèle expert de la lecture à double voie

Coltheart met au point à la fin des années 80, un modèle de lecture dit « à double voie ».

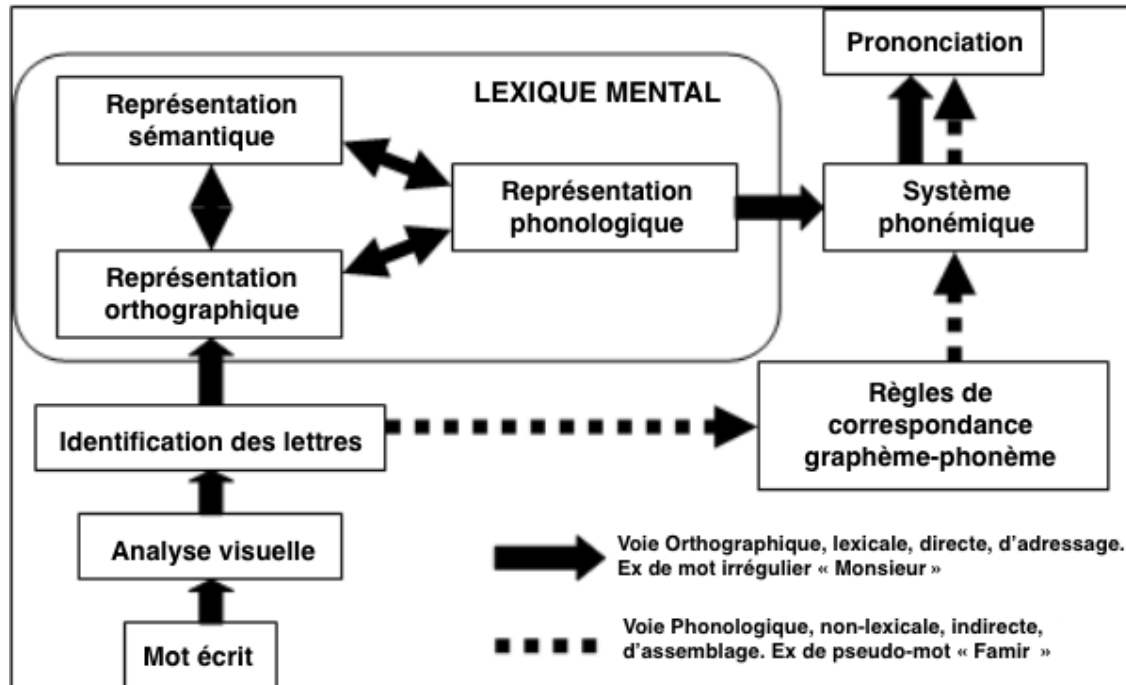


Figure 1 : Modèle de la double voie (Coltheart, 1978)

D'une part, la voie phonologique est une voie d'assemblage. Elle est indirecte et sert à décoder les mots grâce à la correspondance graphème-phonème. D'autre part, la voie orthographique est une voie d'adressage. Elle est directe et permet de lire à la fois les mots réguliers et irréguliers.

Le lecteur expert identifie la majorité des mots par la procédure dite globale ; il n'utilise l'assemblage que lorsqu'il est face à un mot qu'il n'a jamais rencontré ou dont il n'a pas encore mémorisé l'orthographe spécifique.

Néanmoins, même si ce modèle est valable pour le lecteur expert, il est à l'heure actuelle remis en cause pour le lecteur apprenant. En effet, selon le modèle de Coltheart, les deux voies de lecture sont activées simultanément, la voie orthographique « gagne » à chaque fois que le mot est connu (Coltheart et al., 2001).

1.2.1.2 Modèles d'acquisition de l'identification des mots

Chez le lecteur expert, l'identification des mots écrits est une procédure rapide, involontaire et automatique qui ne requiert pas de ressources attentionnelles.

Les modèles d'acquisition de l'identification des mots sont dits « à étapes » et présupposent que les enfants progressent de stade en stade. Ils s'inspirent du modèle expert à double voie postulant l'existence de deux voies de lecture : assemblage et adressage. Les compétences phonologiques ont dans ces modèles un rôle crucial au début de l'apprentissage de la lecture et dans l'acquisition de l'orthographe des mots. Elles sont indispensables pour devenir lecteur expert.

En 1985, Frith développe les 3 stades par lesquels passe l'enfant pour identifier les mots écrits. Ce sont les indices visuels qui lui donnent les premières informations, puis la conscience phonologique entre en jeu pour établir les correspondances graphème-phonème. Enfin, l'engrammation du lexique dans la mémoire permet de ne plus passer systématiquement par le décodage.

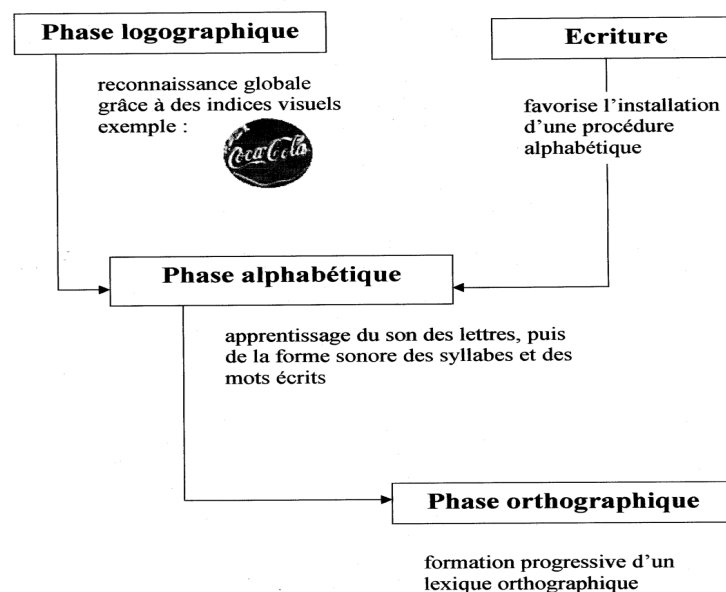


Figure 2 : Modèle de Frith (Frith, 1985)

Après plusieurs décennies de recherches sur les lecteurs débutants, Ehri décompose à la fin des années 90, l'apprentissage de la lecture en 4 phases (Ehri, 1997) :

- la phase pré-alphabétique : la lecture s'effectue par indices visuels. L'enfant reconnaît la forme particulière d'une série de lettres, un logo, une image, mais il ignore une séquence de lettres.
- la phase alphabétique partielle : les lecteurs débutants commencent à utiliser quelques lettres particulières, celles en position initiale, en position finale ainsi que leur valeur phonologique.
- la phase alphabétique complète : chaque graphème est traduit en phonème.
- la phase alphabétique consolidée : l'enfant utilise des unités plus larges comme des groupes consonantiques (tr, par exemple) ou des syllabes à structure plus ou moins complexe (ta, tra, tar), mais également des unités morphémiques (plus petite unité de sens).

1.2.2 Mécanismes fondamentaux

Généralement, avant d'apprendre à lire, un enfant maîtrise le langage oral. Il acquiert un lexique mental que Wundt appelle « le trésor des mots » (Ziegler, s. d.-b). Dans ce lexique mental, sont stockées la forme sonore, qui est la forme phonologique des mots, et leur signification. Pour Dehaene, un enfant qui apprend à lire crée de nouveaux réseaux vers le trésor des mots (*Neurones de la lecture* - Éditions Odile Jacob, s. d.). Quelles sont les étapes de cet apprentissage ?

1.2.2.1 L'hypothèse prégnante : le décodage phonologique

L'enfant pourrait apprendre par cœur la forme visuelle des mots. Mais cela lui demanderait de mémoriser des milliers de combinaisons de lettres, d'autant plus nombreuses au sein du système alphabétique. Houdé et Borst comparent ce mécanisme d'apprentissage à la mémorisation d'un annuaire téléphonique : à moins de composer chacun des chiffres correctement et dans le bon ordre, la connexion échoue (Houdé & Borst, s. d.).

Dès lors, l'hypothèse du décodage, aussi appelé déchiffrage, est celle qui est la plus répandue pour l'apprentissage de la lecture. Pour décoder, l'enfant doit attribuer à chaque symbole le son correspondant. Dans les langues alphabétiques, le décodage est essentiel pour apprendre à lire (Ziegler & Goswami, 2005).

Ziegler postule que l'apprentissage d'un « petit nombre de relations graphème-phonème permet à l'enfant de décoder des mots qu'il n'a jamais vus auparavant, mais dont il connaît la forme phonologique et la signification » (Ziegler, 2018). Un apprentissage systématique et explicite des règles de conversion graphème-phonème est donc nécessaire à l'enfant pour apprendre à décoder de nouveaux mots et lire.

1.2.2.2 L'auto-apprentissage

La boucle d'auto-apprentissage, aussi appelée Phonological Decoding Self-Teaching par les chercheurs est une mise en correspondance des codes phonologique et orthographique. Ainsi, le lecteur apprend comment les lettres et groupes de lettres correspondent à des sons.

Ziegler et al. postulent que les apprentis lecteurs sont de véritables autodidactes. En effet, dans ce modèle ce n'est pas un enseignant extérieur qui envoie un signal correct en réponse au mot décodé, c'est le mot décodé lui-même qui fournit le signal au modèle.

Grâce à l'apprentissage explicite de petits ensembles de correspondances graphème-phonème, le lexique orthographique et lexical se développe. Ce processus permet donc de décoder et recoder des mots que le lecteur n'a jamais vus, mais a probablement déjà entendus. Cela donne accès à un lexique composé de milliers de mots.

Pour que cette boucle d'auto-apprentissage soit efficiente chez le lecteur apprenant, le décodage phonologique doit être optimal.

1.2.3 Un apprentissage ciblé

Cet apprentissage ciblé est proposé sur les syllabes ou encore sur les sons vocaliques.

1.2.3.1 Sur les syllabes

Un travail syllabique spécifique dans la rééducation de la dyslexie a notamment été évoqué par Bosse (Bosse, 2004). Pour Sprenger-Charolles, un enfant qui apprend à lire, passe par la voie d'assemblage jusqu'au CE1 (Sprenger-Charolles, 1994).

Garnier-Lasek, orthophoniste, a conçu une méthode en 2002 pour les enfants dysphasiques et dyslexiques. Cette méthode repose sur un entraînement spécifique et progressif à la reconnaissance des syllabes écrites. La méthode par imprégnation syllabique doit permettre de diminuer les efforts mnésiques, car le découpage du mot en phonèmes surcharge la mémoire de travail. L'imprégnation s'effectue grâce à l'alternance de couleurs, rouge et noir, et ce, à 3 niveaux : syllabe-mot-texte. Cela facilite la lecture des mots, puis des phrases simples. Les lettres muettes sont colorisées en vert, la ponctuation est en jaune (*L'imprégnation syllabique - Ortho Édition, s. d.*). En quoi la structure syllabique joue-t-elle un rôle dans la reconnaissance visuelle des mots français ?

L'hypothèse du pont syllabique

Selon la théorie du pont syllabique, l'apprentissage de la lecture consiste à mettre en correspondance des unités phonologiques, les syllabes, avec des unités orthographiques, les groupes de lettres (Doignon-Camus & Zagar, 2014). Au cours d'une première étude portant sur des apprentis lecteurs de 6 à 8 ans et des lecteurs débutants de 8 à 11 ans, Doignon a montré que les enfants perçoivent les syllabes dans les séquences de lettres dès la fin de la 1^{ère} année du processus d'apprentissage de la lecture. Le découpage syllabique et la redondance orthographique permettent de percevoir ces unités. La syllabe pourrait alors être une unité pertinente, voire l'unité première, dans le processus d'apprentissage de la lecture (Doignon-Camus & Zagar, 2006).

Une seconde étude menée en 2014 montre que les pré-lecteurs sont capables d'apprendre les régularités statistiques du langage écrit. Ce résultat fournit la preuve d'un mécanisme d'apprentissage

statistique fonctionnel (Slemmer et al., 2010). À la suite d'une brève exposition à des chaînes de lettres, les groupes de lettres fréquents ont été traités comme un tout (Adams, 1979). La production phonologique correspondant aux groupes de lettres rencontrés renforce ce mécanisme. L'effet de l'apprentissage visuo-phonologique a montré que les pré-lecteurs percevaient clairement les unités syllabiques apprises. Cela prouve que le pont syllabique a été construit.

Chez le lecteur débutant, plusieurs études sur le traitement visuel des mots montrent que les syllabes sont des unités perceptives et fonctionnelles (Chetail & Mathey, 2009; Doignon-Camus & Zagar, 2006; Maïonchi-Pino et al., 2010). Ces données s'inscrivent dans le cadre d'une approche développementale de l'apprentissage de la lecture (Doignon-Camus & Zagar, 2006). Cette dernière considère que les syllabes sont des unités phonologiques élémentaires, représentées avant l'acquisition de la lecture.

De la syllabe au son vocalique

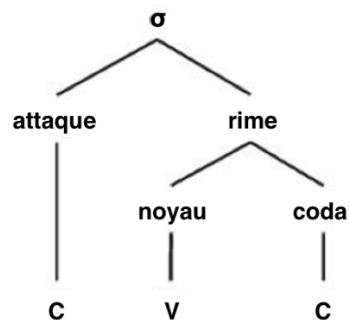


Figure 3 : Structure d'une syllabe fermée

Au cœur de la syllabe, se trouve le noyau vocalique à l'origine de la structure. Les unités se combinent entre elles et il existe un nombre restreint de combinaisons. L'identification des sons vocaliques pourrait alors contribuer à l'apprentissage des mots écrits.

1.2.3.2 Sur les sons vocaliques

La littérature ne fournit à ce jour aucune étude scientifique sur les sons vocaliques en lecture chez les dyslexiques. Néanmoins, des orthophonistes ont été amenés dans leur clinique, puis en formation à proposer des outils de rééducation centrés sur les sons vocaliques, comme nous allons le voir.

Tableau 2 : Sons vocaliques du français

[a]	de	patte	[œ]	de	œuf
[a]	de	pâte	[ø]	de	feu
[ă]	de	pente	[o]	de	côte
[ə]	de	petit, je	[o]	de	cotte
[e]	de	pré	[ɔ̃]	de	conte
[ɛ]	de	prêt	[i]	de	nid
[ê]	de	brin	[y]	de	nu
[œ̃]	de	brun	[u]	de	nous

La méthode Borel-Maisonny

Suzanne Borel-Maisonny, fondatrice de l'orthophonie en France, a donné son nom à son aide à l'apprentissage de la lecture, « la méthode phonético-gestuelle Borel-Maisonny ». Celle-ci a été élaborée au XIX^{ème} siècle pour des enfants malades ou déficients intellectuels. Elle associait le son, l'image, l'histoire, l'exclamation et le geste (*Apprentissage de la lecture - Méthodes et manuels - Tome 1, p300, s. d.*).

La méthode dite « phonético-gestuelle » fait suite à la méthode « gestuelle ». Elle consiste à associer un geste symbolique à un son. Ainsi, elle utilise les canaux auditif, visuel et kinesthésique lors de l'apprentissage de la lecture. En premier lieu, l'enfant doit prendre conscience de la position articulaire des lèvres et de la langue. Ces étapes sont importantes car elles permettent une bonne production des phonèmes. Cette méthode concourt au développement de la conscience phonologique. Ensuite, le geste donne une image visuelle au son pour aider à mémoriser le lien graphème-phonème. Le geste doit être réalisé lors de la lecture par l'orthophoniste puis par l'enfant. Destinée au départ aux enfants en difficultés de lecture et particulièrement aux enfants dyslexiques, cette méthode fut ensuite adoptée par des enseignants de classes ordinaires.

La démarche théorico-clinique de Bobillier Chaumont

Isabelle Bobillier Chaumont est orthophoniste. Elle a été enseignante en formation initiale des orthophonistes à Lyon et à Besançon. Depuis de nombreuses années, elle participe à leur formation continue dans le cadre de la prise en soin des troubles d'acquisition du langage oral et du langage écrit. Sa proposition, qui s'articule entre son parcours universitaire en Sciences du Langage et sa pratique clinique, est, non une méthode, mais une véritable démarche théorico-clinique argumentée. Les principes essentiels qui construisent sa démarche en langage écrit s'articulent autour des notions de niveaux d'analyse en langue, de système et de structure. Au niveau phonologique, elle a créé et synthétisé le système de transcodage phono-graphémique du français. Les patients suivis en rééducation s'appuient sur ce système, tant dans les opérations de reconnaissance que de

récupération. Pour lire ou écrire, des tâches et entraînements à typologie spécifique sont mobilisés avec comme objectif l'acquisition de la précision, et la non-exposition à l'erreur. La vitesse sera recherchée dans un second temps, via des tâches sur un niveau supérieur en langue, en mobilisant la morphologie dérivationnelle.

En lecture, la tâche d'identification des graphèmes vocaliques permet à terme la lecture pulsée rythmée. Cela assure aux patients d'accéder à une précision optimale. De plus, ils deviennent sensibles à la répétition statistique sur ce type de cible. L'avantage de cette tâche est qu'elle peut se déployer dans un contexte écologique, en discours par exemple.

Cette section décrit les spécificités de la langue française, qui est une langue opaque et complexe. La conscience phonologique est à la base des modèles d'apprentissage de la lecture. Le décodage phonologique et l'auto-apprentissage en sont les mécanismes. On peut ainsi cibler l'apprentissage sur la syllabe ou sur les sons vocaliques.

2 Trouble spécifique des Apprentissages

La partie précédente montre la confrontation de tout nouvel apprenant aux difficultés de la langue française. Celle qui va suivre définit le Trouble Spécifique des Apprentissages (TSAp), dont fait partie la dyslexie. Elle présente les outils diagnostics et les causes de la dyslexie que sont l'hypothèse du déficit visuel et l'hypothèse prégnante du déficit phonologique. Le but est de comprendre les mécanismes de la dyslexie pour proposer un outil adapté aux besoins des lecteurs en difficulté.

2.1 Classifications et critères

Deux classifications internationales traitent des troubles neuro-développementaux et donnent le cadre de référence du diagnostic de dyslexie-dysorthographe.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est à l'origine en 1975 de la publication de la révision de la 9^{ème} version de la Classification Internationale des Maladies (CIM). La CIM-11 sera publiée en 2022.

L'Association Américaine de Psychologie (APA) est à l'origine du Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux (DSM) en 1952. Le DSM-5 est la dernière édition et a été révisée en 2015.

Voici un extrait des 4 critères (A, B, C et D) qui définissent à ce jour le TSAp dans le DSM-5 (Crocq et al., 2016) :

A. Difficulté à apprendre et à utiliser des compétences scolaires ou universitaires, comme en témoigne la présence d'au moins un des symptômes suivants ayant persisté pendant au moins 6 mois, malgré la mise en place de mesures ciblant ces difficultés :

- *lecture des mots, inexacte ou lente, et réalisée péniblement,*
- *difficulté à comprendre le sens de ce qui est lu,*
- *difficulté à épeler,*
- *difficulté d'expression écrite,*
- *difficulté à maîtriser le sens des nombres,*
- *difficulté avec le raisonnement mathématique.*

B. Les compétences scolaires ou universitaires perturbées sont nettement en-dessous du niveau escompté pour l'âge chronologique du sujet et ce de manière quantifiable. Cela interfère significativement sur les performances scolaires, universitaires ou professionnelles ou avec les activités de la vie courante.

C. Les difficultés d'apprentissage débutent au cours de la scolarité, mais peuvent ne pas se manifester entièrement, tant que les demandes concernant ces compétences scolaires ou universitaires altérées ne dépassent pas les capacités limitées du sujet.

D. Les difficultés d'apprentissage ne sont pas mieux expliquées par un handicap intellectuel, des troubles non corrigés de l'acuité visuelle ou auditive, d'autres troubles neurologiques ou mentaux, une adversité psychosociale, un manque de maîtrise de la langue de l'enseignement scolaire ou universitaire ou un enseignement pédagogique inadéquat.

La notion de TSAp décrite dans le DSM-5 recouvre :

- la dyslexie, aussi appelée TSAp avec déficit en lecture
- la dysorthographe : TSAp avec déficit de l'expression écrite
- la dyscalculie : TSAp avec déficit en calcul

Ces difficultés ne s'accompagnent pas d'une déficience intellectuelle et subsistent malgré un enseignement et une pratique intensifs (Lyon & Shaywitz, 2003). Les difficultés à acquérir des compétences dans le domaine scolaire ou universitaire peuvent être caractérisées de :

- légères : les aménagements suffisent pour compenser le trouble.
- moyennes : les aides ne suffisent pas dans des périodes d'enseignements intensifs ou spécialisés.
- graves : une aide extérieure supplémentaire est nécessaire pour accomplir les activités efficacement. Par exemple : aide d'une auxiliaire de vie scolaire.

2.2 Outils diagnostics

2.2.1 ÉVALÉO

Nous choisissons d'utiliser la batterie d'Évaluation du Langage Ecrit et du Langage Oral (ÉVALÉO) car elle fournit un âge-lecteur nécessaire pour le recrutement de notre protocole. Cette batterie d'évaluation pour les 6-15 ans a été élaborée par Laurence Launay, Christine Maeder, Jacques Roustit et Monique Touzin, en 2018 (*ÉVALÉO - Ortho Édition, s. d.*). Elle fait suite à ÉVALO 2-6 et s'appuie sur les derniers critères diagnostiques des classifications internationales du DSM-5. Elle vise à évaluer l'ensemble des domaines qui composent le langage oral et le langage écrit du CP à la 3^{ème}.

L'âge-lecteur est donné dans les épreuves de lecture, du texte non signifiant *Évalouette* et des textes signifiants *La Mouette ou Le Pingouin*. Le texte *Évalouette* fait référence à *l'Alouette*. Ce dernier a été élaboré par Lefavrais en 1963, réétalonné en 2005 pour les 6-16 ans et validé pour les jeunes adultes en 2018 (*ALOUETTE-R - Test d'analyse de la lecture et de la dyslexie, s. d.*).

À l'issue des épreuves d'ÉVALÉO, un profil spécifique est établi et récapitule les scores du patient avec des étalonnages en 7 classes. La démarche d'ÉVALÉO est hypothético-déductive et s'appuie sur des arbres décisionnels pour guider les orthophonistes.

2.2.2 Arbre décisionnel de Launay

Laurence Launay, orthophoniste, exerce principalement auprès de patients présentant un trouble des apprentissages, une dysphasie, une dyspraxie ou encore un syndrome dysexécutif. Elle s'appuie sur les théories récentes pour les confronter à son expérience clinique. Elle formalise, petit à petit, sa démarche diagnostique et l'accompagnement des patients dyslexiques-dysorthographiques.

Elle a mis au point un arbre décisionnel (*Annexe 2*) pour aider au diagnostic orthophonique et permettre d'argumenter le TSAp avec déficit en lecture et/ou en expression écrite. L'arbre décisionnel présente des épreuves de première ligne et de seconde ligne. En premier lieu, il s'agit de rechercher un décalage significatif entre le niveau d'identification du mot écrit du patient et le niveau attendu compte tenu de sa classe et de son niveau intellectuel. Dans les épreuves de première ligne, la dictée met en exergue toutes les orthographes, on trouve également des épreuves d'orthographe phonétique et lexicale. Enfin, l'épreuve de décision orthographique de deuxième ligne renseigne l'orthophoniste sur l'état des connaissances passives du patient.

Après un inventaire des compétences en lecture et en orthographe, la recherche de facteurs à l'origine des troubles à l'écrit peut être envisagée. Les déficits cognitifs dits « proximaux », tels que les troubles phonologique ou visuo-attentionnel, sont directement responsables d'une dyslexie. Les facteurs

neurovisuels, visuopraxiques et dysexécutifs, qui sont des facteurs comorbides « distaux », peuvent entraver indirectement le développement de la lecture (Launay, 2015).

2.3 Causes de la dyslexie

2.3.1 Déficit visuel : les théories sensorielles

De nombreux chercheurs se sont interrogés sur les causes de la dyslexie. Selon l'analyse de Goswami, de nombreux déficits sensoriels résultent des effets d'une expérience de lecture réduite sur le cerveau du dyslexique. On sait aujourd'hui que l'apprentissage de la lecture entraîne les processus sensoriels et attentionnels. Les théories sensorielles sont remises en cause sous trois aspects.

Premièrement, il est difficile de déterminer si les déficits sensoriels sont la cause de la dyslexie ou un effet de l'expérience de lecture réduite des personnes atteintes de dyslexie.

Deuxièmement, les processus sensoriels sous-tendent tous les apprentissages de l'enfance. Par conséquent, les preuves de déficits sensoriels qui n'affectent que la lecture ne sont pas convaincantes. Troisièmement, lorsque l'on constate des effets cognitifs dus à des dysfonctionnements sensoriels, ils devraient être systématiquement visibles, avant même de pouvoir les observer sous forme de difficulté d'apprentissage de la lecture (Goswami, 2015).

2.3.2 Déficit phonologique : l'hypothèse dominante

Les recherches scientifiques portant sur les causes de la dyslexie-dysorthographe, sont omniprésentes (Wijnants et al., 2012). L'hypothèse explicative la plus consensuelle est celle du trouble phonologique (Kuster et al., 2018). La majorité des enfants dyslexiques souffrent de troubles phonologiques (Saksida et al., 2016; White et al., 2006). Depuis les premiers stades de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture jusqu'à l'âge adulte, les dyslexiques éprouvent des difficultés dans le traitement phonologique nécessaire au décodage des mots et présentent des déficiences spécifiques dans le traitement des mots (Snowling, s. d.).

<p>Cette partie a défini la dyslexie, ainsi que les outils utilisés par les orthophonistes pour poser le diagnostic du Trouble Spécifique des Apprentissages avec déficit en lecture. Parmi les causes de la dyslexie, on retient l'hypothèse dominante du déficit phonologique pour la suite de ce mémoire.</p>
--

3 Adaptations typographiques de texte

Des études scientifiques nous renseignent sur l'efficacité de certaines adaptations typographiques pour les enfants dyslexiques. Le texte de référence de notre protocole a été établi à partir des recommandations de ces études.

3.1 Polices

Sur les deux dernières décennies, des polices d'écriture ont été créées spécifiquement pour les lecteurs dyslexiques : ReadRegularTM[^] par French en 2003, Sylexiad[^] par Hillier en 2008, OpenDyslexic[^] par Gonzalez et Dyslexie[^] © par Boer en 2015. Ce sont essentiellement les formes des lettres qui varient. Sont préconisées pour les dyslexiques des polices sans empattement. En typographie, les empattements sont les petites extensions qui terminent les extrémités des caractères dans certaines polices d'écriture. On oppose les polices avec empattement dites *sans serif*, aux polices sans empattement dites *serif*. La lisibilité des lettres est au premier plan de la lecture selon Williams. Si la police d'écriture requiert de l'attention, alors le lecteur doit se concentrer sur la forme des lettres à défaut du contenu du texte (Williams, 2001).

Cependant, les polices spéciales dyslexiques comme *Dyslexie* de Boer, n'entraînent pas de meilleures performances par rapport aux autres polices (Duranovic et al., 2018; Kuster et al., 2018; Marinus et al., 2016). Kuster conclut dans son étude, qu'il n'y a aucun effet significatif de la police *Dyslexie* par rapport à la police *Arial*. Cette police spéciale dyslexiques, ne favorise ni n'entrave le processus de lecture des enfants dyslexiques et non dyslexiques. La vitesse de lecture et le nombre d'erreurs avec la police *Arial* et la police *Dyslexie* sont comparables. De plus, les participants ont préféré la police *Arial* à la police spéciale dyslexiques ; la préférence pour l'une ou l'autre des polices n'était pas liée à une meilleure lecture (Kuster et al., 2018).

De même, dans l'étude de Rello en 2013, la lecture de textes en *OpenDyslexic* ou en *OpenDyslexic Italic* n'a pas entraîné de diminution du temps de lecture par rapport à dix autres polices classiques. Les participants n'ont pas montré de préférence pour la police *OpenDyslexic*, ils ont préféré *Verdana* et *Helvetica*. Cinq polices sont retenues dans cet article comme aidantes pour les lecteurs dyslexiques : *Verdana*, *Helvetica*, *Courier*, *Arial* et *Computer Modern* (Rello & Baeza-Yates, 2017).

3.2 Taille de la police

« Les enfants dyslexiques ont besoin de tailles de caractère plus grandes que les normo-lecteurs pour atteindre leur vitesse de lecture maximale » (O'Brien et al., 2005).

Dans un article en 2013, Rello recommande une taille de caractère de 12 à 14 points. Cependant certains dyslexiques préfèrent des tailles de police encore plus grandes, pouvant aller jusqu'à 26 points. Cette étude de lecture de textes sur ordinateur affirme que l'utilisation de caractères de 18 points permet des temps de fixation plus courts et une meilleure compréhension. Néanmoins, la distance de lecture est augmentée par l'écran, d'environ 20 cm par rapport à une lecture sur textes imprimés. Les études recommandent d'augmenter la taille des lettres pour faciliter la lecture des dyslexiques, mais aucune ne statue sur une taille précise (O'Brien et al., 2005; Rello et al., 2013).

3.3 Espaces inter-lettres et inter-mots

Les espaces inter-lettres et inter-mots sont nécessaires, car « les dyslexiques sont vulnérables à l'effet d'encombrement visuel » selon Martinelli, Di Filippo, Spinelli et Zoccolotti (2009) (in Marinus et al., 2016).

En 2012, Zorzi et al., ont mené une étude sur 74 enfants français et italiens dyslexiques de 8 à 14 ans. Ils ont démontré que les enfants souffrant de troubles de la lecture sont en moyenne 20% plus rapides et commettent deux fois moins d'erreurs, grâce à un espacement inter-lettres « extra-large » de 5,2 points au lieu de 2,7 points (Zorzi et al., 2012).

Perea et al. ont observé une amélioration significative de la vitesse de lecture et de la compréhension chez 18 espagnols dyslexiques qui avaient entre 11 et 13 ans, avec un espace inter-lettres de +1,2 points (Perea et al., 2012).

Cependant, en 2013, les résultats de l'étude de Zorzi sont relativisés par Schneps. Ce dernier réalise la même étude, en contrôlant en plus, des variables telles que le nombre de mots par ligne et la taille des interlignes. La conclusion de cette dernière étude est qu'un grand espacement inter-lettres améliore le décodage et donc la précision de lecture, mais ralentit la vitesse des lecteurs (Schneps et al., 2013).

3.4 Interlignes

Peu de recherches ont été menées sur ce paramètre. En 2012, dans une première étude, Rello mesure les performances de lecture de 22 lecteurs dyslexiques sur des interlignes de 0,8 à 1,4. Plus l'interligne est étroit, plus le temps de lecture est long. L'auteur recommande un interligne de 1,4.

Une seconde étude sur 28 lecteurs dyslexiques teste des interlignes allant de 0,8 à 1,8. Les interlignes inférieurs à 1 sont déconseillés, car ils entraînent une réduction de la vitesse de lecture, tandis que ceux de 1,8 dégradent la compréhension (Rello et al., 2016).

Les adaptations typographiques aidant les lecteurs dyslexiques sont donc : une police *sans serif* comme *Verdana*, une taille de caractère augmentée, un espace inter-mots de 1,5 et un interligne moyen de 1,5. Le texte de base de notre protocole est établi sur ces recommandations. La littérature ne présente cependant aucune étude sur la colorisation de texte.

4 Buts et hypothèses

Les adaptations typographiques de texte validées scientifiquement portent sur l'hypothèse visuo-attentionnelle. Or, le trouble phonologique est l'hypothèse dominante de la cause de la dyslexie. La surbrillance de certains phonèmes peut mettre en relief les traits phonétiques et réduire l'exposition à l'erreur. La preuve de l'efficacité de la colorisation de texte qu'elle soit syllabique ou vocalique est à ce jour absente de la littérature. L'objectif de notre protocole est de valider cliniquement et statistiquement l'intérêt de la colorisation de texte pour les enfants dyslexiques.

Nous émettons les hypothèses suivantes :

- La colorisation syllabique et la colorisation vocalique améliorent la vitesse de lecture des enfants dyslexiques. (H1)
- La colorisation syllabique et la colorisation vocalique améliorent la précision de lecture des enfants dyslexiques. (H2)
- Les enfants dyslexiques préfèrent lire un texte colorisé à un texte non colorisé. (H3a)
- La préférence de lecture est liée à la rapidité et/ou à la précision de lecture. (H3b)

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 Population

Nous nous sommes intéressés aux lecteurs dyslexiques pour étudier les mécanismes de la lecture et évaluer si la colorisation pouvait être une aide. Notre groupe se constitue de 65 enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1 ou CE2, scolarisés du CE2 à la 4^{ème}, âgés de 8 à 14 ans.

1.1 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion des patients ont été les suivants :

- Avoir un diagnostic de dyslexie posé par l'orthophoniste
- Avoir un âge-lecteur CE1 ou CE2, objectivé par un des tests suivants : *Alouette*, ÉVALÉO (*Évalouette* ou *La Mouette*).

1.2 Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion sont les troubles associés : les troubles neuro-visuels, les troubles du langage oral, les troubles de la cognition mathématique et les troubles de l'attention. Ont été exclus également les patients ayant une déficience intellectuelle ou une spécificité linguistique telle que le bilinguisme.

1.3 Recrutement

Nous avons rencontré des difficultés de recrutement dus aux critères d'exclusion. Beaucoup de patients dyslexiques avaient des troubles associés ne permettant pas de les inclure dans l'étude. Nous avons donc supprimé un des critères d'exclusion pour obtenir une population plus grande, mais cela n'a pas eu l'effet escompté.

Nous avons donc opté pour l'ouverture du recrutement à la région Nouvelle-Aquitaine, en gardant nos critères d'exclusion. Notre objectif était d'avoir un minimum de 30 enfants pour appliquer les tests statistiques sur un grand échantillon. Nous avons contacté des orthophonistes en dehors de Bordeaux, via le Syndicat Régional des Orthophonistes d'Aquitaine (SROA). Dix orthophonistes ont accepté de participer et nous ont renvoyé les feuilles de recueil (*Annexe 4*) après avoir reçu le protocole explicatif (*Annexe 3*), les textes et les autorisations parentales. Nous sommes restés disponibles pour répondre aux interrogations des orthophonistes par téléphone et par mail. Toutes les passations se sont déroulées en présentiel dans le cabinet des orthophonistes sur textes imprimés. Nous avons fait passer le protocole à 30 enfants dyslexiques dans des cabinets d'orthophonie à Bordeaux et à Pugnac. Au total, les résultats de 65 patients ont été récoltés.

2 Matériel et méthodes

2.1 Protocole

2.1.1 Choix du texte de base et de la colorisation

Pour notre étude, la lecture d'un texte a été proposée aux enfants dyslexiques dans différents cabinets d'orthophonie. Ce texte de fluence, ajouté à la Batterie Analytique du Langage Ecrit en 2009 (BALE, 2001) s'intitule *Monsieur Petit*.

Nous nous intéressons uniquement dans cette étude au décodage, qui est le préalable à la compréhension. Les enfants n'ont pas été interrogés sur le sens des textes.

Ce texte de la BALE a été choisi, car il a été étalonné sur une cohorte d'enfants de classe de CE1 au CM2. Nous l'avons découpé en 3 parties, qui seront appelées A, B et C dans la suite de l'étude.

La moyenne de mots correctement lus par minute est de 57 mots au CE1 et de 82 mots au CE2. Les parties de texte comportent chacune 103 mots et 159 syllabes (<https://www.silabas.net/>) afin de pouvoir mesurer la vitesse de lecture et la précision de lecture, en 1 minute et sur tout le texte.

Grâce aux résultats des études issues de la littérature, exposés en partie théorique, le texte noir de base a pu être établi sur les paramètres typographiques suivants : police *Verdana*, taille 16, interligne 1,5, espace inter-mots 1,5. La justification de texte n'a pas été retenue pour ne pas modifier l'espace inter-mots.

L'objet de l'étude est de savoir si la colorisation de texte a une incidence sur la vitesse et la précision de lecture des enfants dyslexiques. Le texte noir de base est le texte de référence. Deux types de colorisation ont été appliqués au texte de base. Nous avons utilisé la couleur rouge qui est visible et ne peut être confondue avec le noir.

- (1) texte noir de base : « C'est l'histoire de Monsieur Petit »
- (2) colorisation syllabique : « C'est l'histoire de Monsieur Petit »
- (3) colorisation vocalique : « C'est l'histoire de Monsieur Petit »

Les colorisations syllabique et vocalique ont été effectuées manuellement.

Pour la colorisation syllabique, nous avons utilisé le site internet *silabas* lorsque nous avons une hésitation dans le découpage.

La colorisation vocalique se base sur les sons vocaliques du français (*Tableau 1*). Les lettres muettes ont été grisées dans les textes vocaliques, car elles ne se traduisent par aucun son.

2.2.2 Biais méthodologiques

Avant d'établir le protocole définitif, nous avons identifié des biais potentiels liés à l'ordre de lecture :

- le biais de fatigabilité : le lecteur se fatigue au fil de la lecture. Le 3^{ème} texte serait lu plus lentement que le 1^{er}.
- le biais d'entraînement : le lecteur devient plus performant au fur et à mesure de la lecture. Le 2^{ème} ou le 3^{ème} texte serait lu plus précisément et/ou plus vite que le 1^{er} texte.
- le biais d'apprentissage : le lecteur lit plus vite et plus précisément un texte qu'il lit 2 fois de suite.

Pour pallier ces biais, nous avons utilisé un carré latin comme dans l'étude de Marinus portant sur les polices spéciales pour les lecteurs dyslexiques (Marinus, 2016). Nous aurions pu faire 3 groupes : un groupe d'enfants lisant le texte noir, un 2^{ème} groupe lisant le texte syllabique et un dernier groupe lisant le texte vocalique. Mais nous voulions comparer les résultats d'un même enfant sur les 3 types de colorisation (ce que permettent les tests statistiques pour séries appariées). Nous avons donc fait le choix du carré latin.

2.2.3 Choix du carré latin

Chaque partie de texte peut être colorisée de 3 façons différentes, et lue dans 3 ordres différents. Cela donnerait $9 \times 6 \times 3 = 162$ possibilités de combinaisons. Afin de réduire cette cardinalité, un carré latin de 3×3 entrées a été utilisé. Le carré latin permet aussi d'atténuer les biais vus précédemment par la variation de l'ordre de lecture.

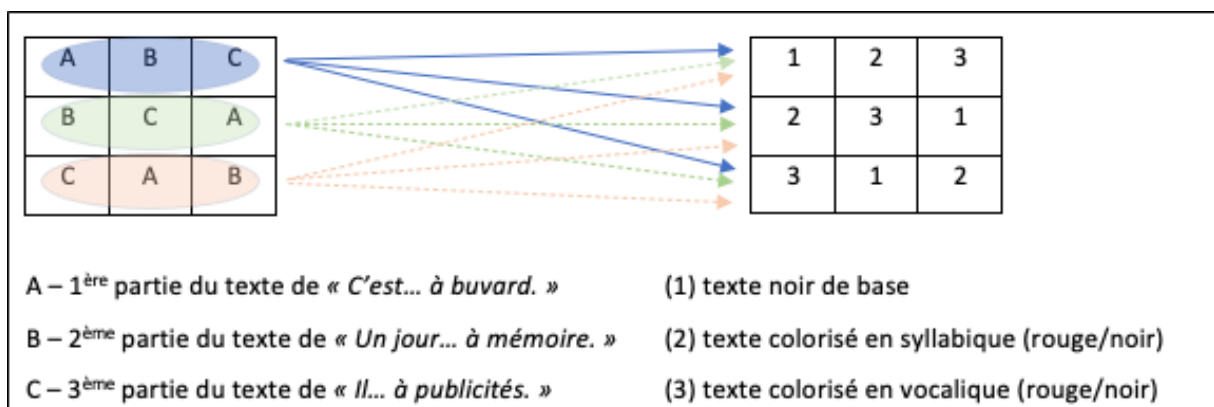


Figure 4 : Carré latin de notre étude

Nous avons donc 9 combinaisons : n°1 (A1 B2 C3) (Annexe 5), n°2 (A2 B3 C1), n°3 (A3 B1 C2), n°4 (B1, C2, A3), n°5 (B2 C3 A1), n°6 (B3 C1 A2), n°7 (C1 A2 B3), n°8 (C2 A3 B1), n°9 (C3 A1 B2).

Si par exemple Alphonse reçoit la combinaison n°3 (A3 B1 C2), il lit la partie A du texte de *Monsieur Petit* colorisée en vocalique, la partie B en noir, puis la partie C colorisée en syllabique.

Mélanie reçoit la combinaison n°8 (C2 A3 B1), elle lit en premier la partie C colorisée en syllabique, puis la partie A colorisée en vocalique, et enfin la partie B en noir.

Afin que le carré latin soit pertinent, il est important que le nombre de patients affecté à chaque combinaison soit du même ordre de grandeur. La répartition des textes n'a pas été aléatoire, afin d'éviter qu'une combinaison soit sur ou sous-représentée. Une fois le nombre de patients déterminé pour chaque combinaison, entre 6 et 8, les combinaisons ont été fournies aux enfants à l'aveugle.

2.2 Feuille de recueil

Après avoir établi notre protocole, nous avons mis au point les feuilles de recueil à destination des orthophonistes (*Annexe 4*). Nous avons choisi le format paysage afin que les 3 parties de textes et nos consignes tiennent sur 2 pages maximum. Quelques informations sur le patient (sexe, âge, classe, âge-lecteur, tests) devaient être renseignées par l'orthophoniste. Nous avons également pensé à leur demander si les patients avaient été sensibilisés à la méthode syllabique ou aux sons vocaliques. Sur notre échantillon de 65 enfants, seuls 8 étaient concernés, nous n'en avons donc pas tenu compte. En première page, figuraient la consigne à donner au patient ainsi que des consignes de notation. Sous chaque partie de texte, l'orthophoniste notait le temps de lecture total, le nombre d'erreurs et le nombre d'auto-corrrections.

Les parties de texte (A, B et C) étaient disposées sur la feuille de recueil dans l'ordre de lecture de la combinaison de texte du patient. Nous avons donc élaboré 3 feuilles de recueil différentes (ABC pour les 3 premières combinaisons, BCA pour les 3 combinaisons suivantes, CAB pour les 3 dernières combinaisons) en suivant le carré latin vu précédemment.

Enfin, la préférence de texte était demandée à l'issue des 3 lectures de texte.

3 Procédure

Lorsque le Syndicat Régional des Orthophonistes d'Aquitaine (SROA) a transmis notre demande aux orthophonistes, le recrutement s'est intensifié. Nous avons pu joindre les orthophonistes intéressés par téléphone ou par mail pour leur expliquer le protocole et le but de l'étude. Tous les orthophonistes recevaient ensuite par mail l'autorisation parentale, le protocole explicatif, la feuille de recueil et les textes correspondants à la combinaison attribuée à leurs patients.

Nous avons envoyé aux orthophonistes ayant plusieurs patients participant à l'étude, une seule combinaison de texte afin d'éviter les impressions multiples ainsi que les erreurs dans l'ordre de passation des textes. Le 7 avril était la date butoir du recueil de données.

Nous avons exclu de l'étude les résultats des enfants qui lisaient les 3 textes en moins d'une minute. Nous expliquons cette rapidité de lecture soit par un âge-lecteur au-delà du CE1, soit par une bonne compensation en lecture. Certains bilans étaient anciens, les patients pouvaient donc avoir un âge-lecteur qui avait évolué et ne correspondait plus à notre recrutement. Dans le cas de bilans récents, il se peut que les patients aient bien compensé en lecture grâce à la rééducation orthophonique, car la lecture était fluide et sans erreurs.

4 Variables et traitement des données

4.1 Variables dépendantes

Pour chaque type de colorisation, nous observons les variables dépendantes ci-après :

- La vitesse de lecture évaluée par :
 - Le nombre de mots lus en 1 minute (1^{ère} minute de lecture)
 - Le temps de lecture total, en secondes
- La précision de lecture évaluée par :
 - Le nombre de mots correctement lus au total
 - Le nombre d'erreurs en 1 minute (1^{ère} minute de lecture)
 - Le nombre d'erreurs total

Les auto-corrrections n'ont pas été comptabilisées dans le nombre d'erreurs.

La préférence de texte a été demandée à chaque patient à la fin de la lecture des 3 types de colorisation de texte sous la forme suivante : « Il y avait un texte noir, deux textes noir et rouge, lequel as-tu préféré lire ? ». Les sujets ont alors désigné un des textes. Les 4 modalités de la variable préférence de texte sont : aucune, texte noir, texte syllabique et texte vocalique. Les 11 enfants qui ont répondu « les deux textes en couleurs » ont été exclus des tests statistiques, ne pouvant être affectés au syllabique ou au vocalique sans fausser les résultats. En revanche, nous les avons gardés dans la partie descriptive.

L'hypothèse est que la colorisation de texte, syllabique ou vocalique (variables indépendantes) permet aux enfants dyslexiques de lire plus rapidement et avec moins d'erreurs. De même, nous émettons l'hypothèse que les textes colorisés sont plus appréciés que le texte noir par les enfants dyslexiques.

4.2 Exploitation statistique des données

Nous avons utilisé le logiciel Microsoft Excel pour croiser nos données en recodant au préalable nos variables. Nous l'avons également employé pour créer les graphiques de notre étude.

Afin d'interpréter nos données, aidés des étudiants en bio-statistique de l'ISPED, nous avons utilisé les tests statistiques suivants :

- l'ANOVA de Friedman, qui est une alternative non-paramétrique à l'analyse de variance, pour séries appariées.
- le test des rangs signés de Wilcoxon, qui est une alternative non-paramétrique au test de Student pour des échantillons appariés. Ce test s'intéresse à un paramètre de position : la médiane. Le but étant de tester s'il existe un changement sur la médiane entre les deux groupes étudiés.
- le test exact de Fisher, qui est un test statistique exact, est utilisé pour l'analyse des tables de contingence.

Les résultats de ces tests sont interprétés comme suit :

- si $p < 0,05$ la différence est significative. Si $p < 0,001$ la différence est très significative.
- si $p > 0,05$ la différence n'est pas significative.

RÉSULTATS

Cette partie présente les résultats issus de notre étude sur la colorisation de texte. En analyse descriptive, nous reprenons les caractéristiques de notre échantillon ainsi que la préférence de texte des enfants dyslexiques. Nous présenterons ensuite les résultats obtenus statistiquement en vitesse de lecture et en précision de lecture. Enfin, nous exposerons l'association statistique entre la préférence de texte et la meilleure performance de lecture, en vitesse puis en précision.

1 Analyse descriptive

1.1 De l'échantillon

Notre échantillon est composé de 65 enfants dyslexiques. Nous avons étudié la répartition des filles et des garçons. Nous nous sommes également intéressés à la moyenne d'âge réel des sujets et leur répartition en âge-lecteur.

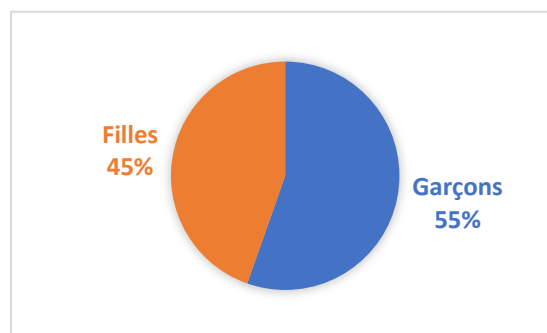


Figure 5 : Répartition des sujets dyslexiques en fonction du sexe

Les garçons sont un peu plus représentés que les filles dans la Figure 6. Dans la population générale, la dyslexie touche 3 fois plus les garçons que les filles. Notre échantillon est homogène.

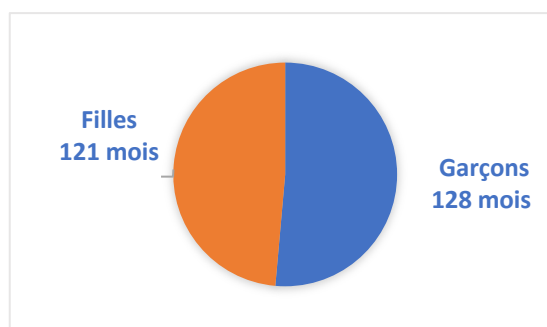


Figure 6 : Moyenne d'âge des sujets dyslexiques en mois en fonction du sexe

La moyenne d'âge des garçons est de 128 mois soit 10 ans 8 mois, celle des filles de 121 mois soit 10 ans 1 mois. La moyenne globale de l'échantillon est de 10 ans 5 mois.

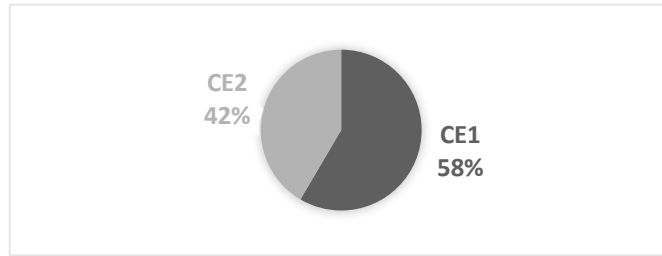


Figure 7 : Répartition des âges-lecteurs des sujets dyslexiques

58% de l'échantillon a un âge-lecteur CE1, 42% un âge-lecteur CE2 selon la Figure 8.

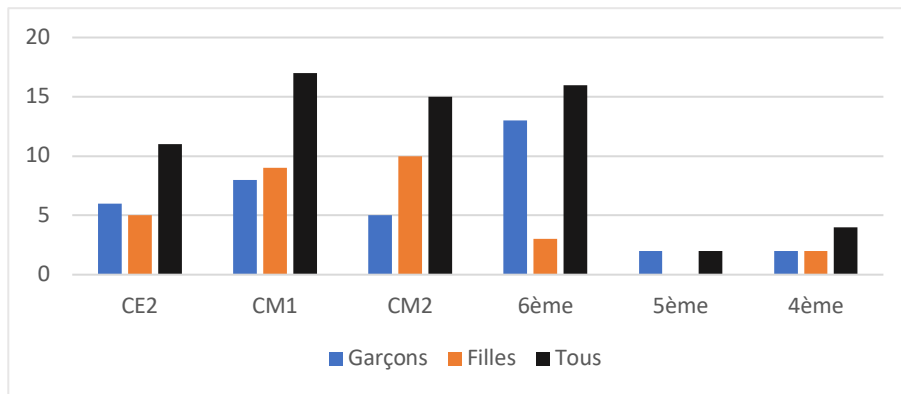


Figure 8 : Répartition des niveaux scolaires des sujets dyslexiques

La Figure 9 montre que les sujets de l'échantillon sont scolarisés de la classe de CE2 à la classe de 4^{ème}. Dans cet échantillon, les garçons sont plus en retard que les filles : à niveau d'âge-lecteur équivalent, ils sont scolarisés dans des classes plus élevées. La majorité de l'échantillon (91%) est scolarisée en classe de CE2 à la 6^{ème} et 9% des enfants sont en classe de 5^{ème} et de 4^{ème}.

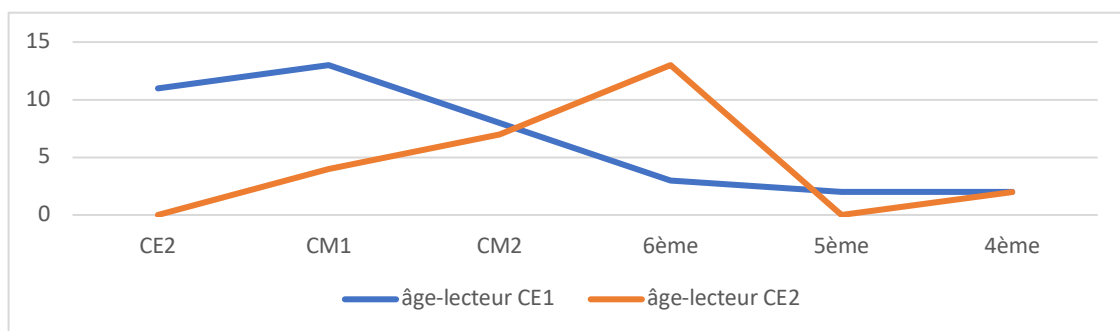


Figure 9 : Répartition des âges-lecteurs des sujets dyslexiques en fonction de leur niveau scolaire

Dans la Figure 10, les sujets de l'échantillon qui ont un âge-lecteur CE1 sont plus représentés dans les classes primaires avec un pic en CM1. Les patients ayant un âge-lecteur CE2 sont plus représentés au collège que ceux qui ont un âge-lecteur CE1, avec un pic en 6^{ème}.

1.2 De la préférence de texte

Nous avons demandé aux enfants le texte qu'ils avaient préféré lire. Certains ayant répondu « les textes en couleurs », nous avons regroupé les résultats obtenus pour le texte syllabique et le texte vocalique.

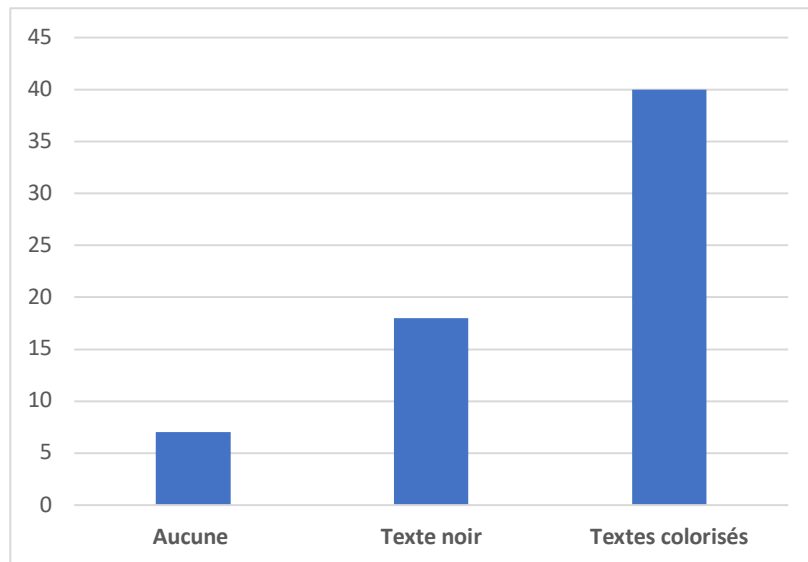


Figure 10 : Fréquence de la préférence de texte indépendamment de la performance de lecture

Sur les 65 enfants, 61% ont préféré un texte colorisé (en regroupant ceux qui ont préféré le texte syllabique, le vocalique ou les deux), 28% ont préféré le texte noir, 11% n'avaient aucune préférence.

La plupart des enfants ne savaient pas pourquoi ils avaient préféré le texte noir ou les textes en couleurs. Cependant, quelques enfants ont commenté leur choix de manière spontanée. Nous avons noté leurs ressentis sur les textes colorisés.

Certains enfants préférant le texte noir ont désigné les textes syllabique et vocalique en disant : « ceux-là, je n'aime pas, le rouge m'éblouit ». Nous avons aussi relevé sur le versant perceptif : « Les couleurs me font mal aux yeux, je n'aime pas. » Enfin sur le plan attentionnel, un enfant a dit : « Je suis déconcentré par la couleur ».

Nous avons également regardé si l'ordre de lecture des textes avait une influence sur la préférence de texte. 26% des enfants ont préféré le texte lu en 1^{er}, 39% le texte lu en second et 35% le texte lu en 3^{ème}. Les résultats obtenus sont homogènes.

2 Analyse statistique

Cette section présente les résultats statistiques de notre étude.

Les moyennes et écarts-types de la vitesse et de la précision de lecture de notre échantillon ont été calculés.

Nous avons utilisé le test global de Friedman pour voir s'il y avait une association entre ces variables quantitatives et le type de colorisation. Le test de Wilcoxon pour séries appariées compare les colorisations deux à deux, lorsque la p-value du test global de Friedman est **significative**.

2.1 La vitesse de lecture et la colorisation

Voici les résultats de l'analyse statistique de la vitesse de lecture sur les 3 types de texte :

Tableau 3 : Moyenne, écart-type et p-value (p) du nombre de mots lus en 1 minute pour chaque type de colorisation de texte

Colorisation	Nombre de mots lus en 1 min		
	Moyenne	Ecart-type	p-value
Noire	72,03	19,53	
Syllabique	71,83	21,54	
Vocalique	71,35	20,37	
Test global de Friedman			0,798 ns

Tableau 4 : Moyenne, écart-type et p-value (p) du temps de lecture total pour chaque type de colorisation de texte

Colorisation	Temps de lecture total (en seconde)		
	Moyenne	Ecart-type	p-value
Noire	95.22	33.60	
Syllabique	100.08	38.43	
Vocalique	97.54	35.49	
Test global de Friedman			0,828 ns

Les résultats des tableaux 3 et 4 semblent indiquer que la colorisation de texte (noire, syllabique ou vocalique) n'est ni associée au nombre de mots lus en 1 minute ($p=0.798$), ni au temps de lecture total ($p=0.828$).

2.2 La précision de lecture et la colorisation

Ci-dessous, les résultats de l'analyse statistique de la précision de lecture sur les 3 types de texte :

Tableau 5 : Moyenne, écart-type et p-value (*p*) du nombre de mots correctement lus au total pour chaque type de colorisation de texte

Colorisation	Nombre de mots correctement lus total		
	Moyenne	Ecart-type	p-value
Noire	96.26	6.40	
Syllabique	97.69	5.03	
Vocalique	98.00	5.69	
Test global de Friedman			0.031
Test de Wilcoxon			
Noire vs Syllabique			0.023
Noire vs Vocalique			0.006*
Syllabique vs Vocalique			0.272 <i>ns</i>

Le nombre total de mots correctement lus est significativement associé au type de colorisation ($p=0.031$). Nous observons une meilleure précision pour les colorisations syllabique et vocalique que pour la couleur noire ($p=0.023$ et $p=0.006^*$ respectivement). La différence obtenue entre la précision du texte vocalique et celle du texte noir est très significative ($p=0.006^*$). En revanche, les résultats entre la colorisation syllabique et la colorisation vocalique ne diffèrent pas significativement ($p=0.272$).

Tableau 6 : Moyenne, écart-type et p-value (*p*) du nombre d'erreurs en 1 minute et au total pour chaque type de colorisation de texte

Colorisation	Nombre d'erreurs					
	En 1 min			Total		
	Moyenne	Ecart-type	p-value	Moyenne	Ecart-type	p-value
Noire	3.89	3.81		6.75	6.40	
Syllabique	2.95	2.98		5.45	5.00	
Vocalique	3.13	3.46		5.07	5.76	
Test global de Friedman			0.024	0.054		
Test de Wilcoxon						
Noire vs Syllabique			0.037	0.037		
Noire vs Vocalique			0.031	0.001*		
Syllabique vs Vocalique			0.735 <i>ns</i>	0.198 <i>ns</i>		

Dans le tableau 6, le nombre d'erreurs est significativement associé au type de colorisation en 1 minute ($p=0.024$). Pour le nombre d'erreurs total, on parle de tendance car la p-value est très proche de 0.05 ($p=0.054$).

Nous observons une meilleure précision en 1 minute pour les colorisations syllabique et vocalique que pour la couleur noire ($p=0.037$ et $p=0.031$ respectivement). Sur le nombre d'erreurs total, le résultat est très significatif pour le texte noir versus le texte vocalique ($p=0.001^*$).

En revanche, les résultats obtenus entre la colorisation syllabique et la colorisation vocalique ne semblent pas différer significativement, que ce soit en 1 minute de lecture ($p=0.735$) ou sur tout le texte ($p=0.198$).

2.3 La préférence de texte et la colorisation

Pour rappel, les 11 enfants qui ont répondu « les deux textes en couleurs » ont été exclus des tests statistiques, ne pouvant être affectés au syllabique ou au vocalique sans fausser les résultats. Ici, N=54.

2.3.1 Association à la meilleure performance en vitesse de lecture (MV)

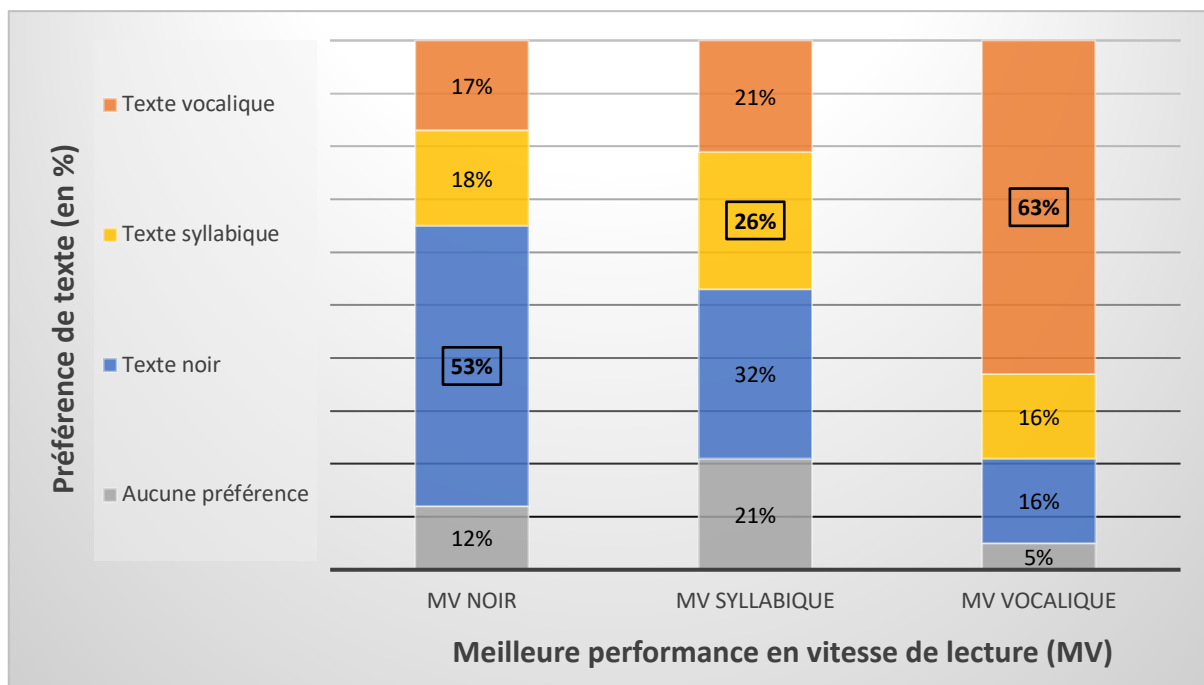


Figure 11 : Association de la préférence de texte (en %) à la meilleure performance en vitesse de lecture (MV) - test exact de Fisher

Le texte préféré est significativement associé au texte lu le plus rapidement (test exact de Fisher $p=0.049$).

- 53% de ceux qui ont lu le texte noir le plus vite, ont préféré le texte noir. Parmi ceux qui ont préféré le texte noir, la majorité ont été ceux qui ont lu le texte noir le plus rapidement.
- 26% de ceux qui ont lu le texte syllabique le plus vite, ont préféré le texte syllabique. Parmi ceux qui ont préféré le texte syllabique, la majorité ont été ceux qui ont lu le texte noir le plus rapidement (32%).
- 63% de ceux qui ont lu le texte vocalique le plus vite, ont préféré le texte vocalique.

2.3.2 Association à la meilleure performance en précision de lecture

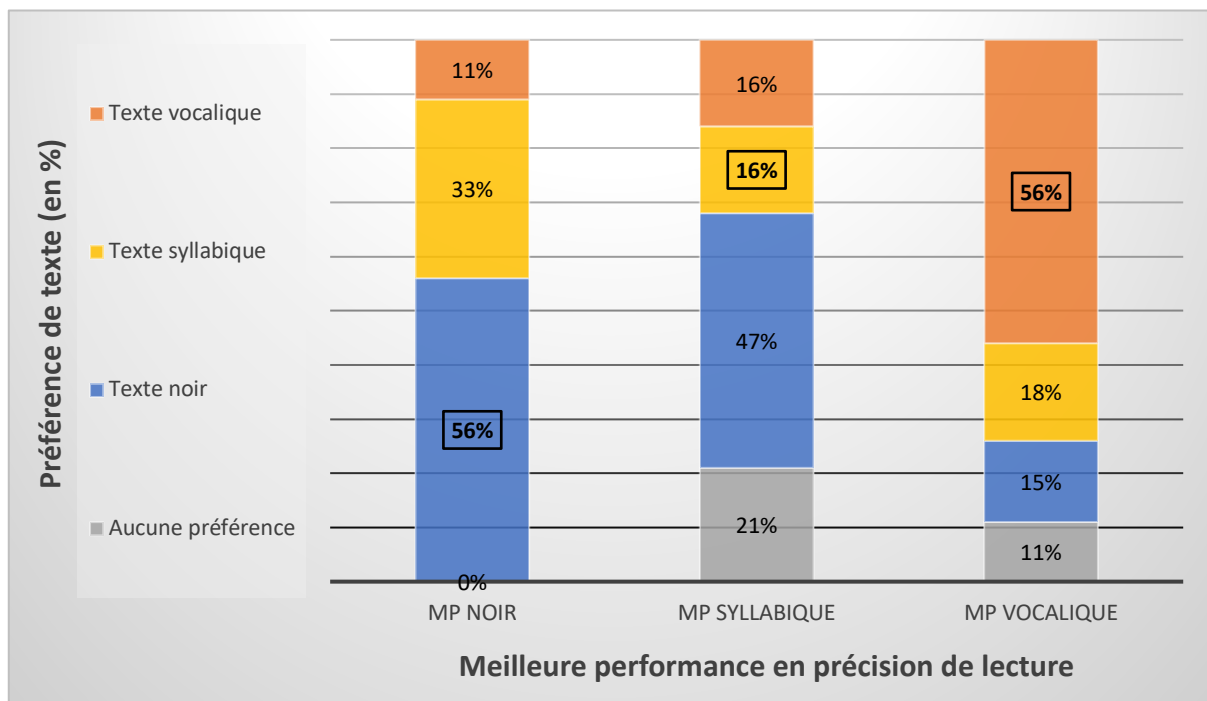


Figure 12 : Association de la préférence de texte (en %) à la meilleure performance en précision de lecture (MP) - test exact de Fisher

Le texte préféré est significativement associé au texte lu avec le moins d'erreurs (test exact de Fisher $p=0.012$).

- 56% de ceux qui ont lu le texte noir avec le moins d'erreurs, ont préféré le texte noir. Parmi ceux qui ont préféré le texte noir, la majorité ont été ceux qui ont lu le texte noir avec le moins d'erreurs.
- 16% de ceux qui ont lu le texte syllabique avec le moins d'erreurs, ont préféré le texte syllabique. La majorité de ceux qui ont lu le texte syllabique avec le moins d'erreurs ont préféré le texte noir (47%).
- 56% de ceux qui ont lu le texte vocalique avec le moins d'erreurs, ont préféré le texte vocalique.

DISCUSSION

Cette partie présente les principaux résultats de notre étude et les liens avec nos hypothèses de départ. Les critiques et les limites de notre protocole sont aussi développées. Enfin, nous proposons une perspective de poursuite de l'étude.

1 Rappels du but et des hypothèses de l'étude

Les adaptations typographiques de texte validées scientifiquement portent sur l'hypothèse visuo-attentionnelle. Or, le trouble phonologique est l'hypothèse dominante de la cause de la dyslexie. La surbrillance de certains phonèmes peut mettre en relief les traits phonétiques et réduire l'exposition à l'erreur. La colorisation de texte qu'elle soit syllabique ou vocalique est à ce jour absente de la littérature. L'objectif de notre protocole est de valider cliniquement et statistiquement l'intérêt de la colorisation de texte pour les enfants dyslexiques, en vitesse de lecture et/ou en précision.

Nous avons émis les hypothèses suivantes :

- La colorisation syllabique et la colorisation vocalique améliorent la vitesse de lecture des enfants dyslexiques. (H1)
- La colorisation syllabique et la colorisation vocalique améliorent la précision de lecture des enfants dyslexiques. (H2)
- Les enfants dyslexiques préfèrent lire un texte colorisé à un texte non colorisé. (H3a)
- La préférence de lecture est liée à la rapidité de lecture et/ou à la précision de lecture. (H3b)

2 Principaux résultats et liens avec les hypothèses

Cette partie est dédiée à la discussion des résultats statistiques obtenus pour notre échantillon. Ne disposant pas d'études similaires dans la littérature sur la colorisation de texte, nous comparerons nos résultats à ceux publiés sur des adaptations typographiques de texte.

2.1 La colorisation n'améliore pas la vitesse de lecture des enfants dyslexiques

Dans ce travail de recherche, nous avons émis l'hypothèse que la colorisation de texte améliorerait la vitesse de lecture des enfants dyslexiques. **Cette hypothèse H1 n'est pas validée.**

La vitesse de lecture ne diffère pas significativement d'un type de texte à l'autre, que ce soit en 1 minute ou sur le texte entier. La colorisation de texte, en syllabique ou en vocalique, ne semble ni réduire, ni augmenter le temps de lecture des enfants dyslexiques.

Dans les études portant sur les adaptations typographiques de texte, la vitesse de lecture n'était pas améliorée par le choix d'une police spécifique (Duranovic et al., 2018; Kuster et al., 2018; Marinus et al., 2016). De même, un grand espacement inter-lettres améliorerait le décodage et donc la précision de lecture, mais ralentissait la vitesse des lecteurs (Schneps et al., 2013).

Nous avons observé que la colorisation gênait quelques lecteurs dyslexiques. Nous pensons que grâce à la rééducation orthophonique, certains enfants ont compensé leurs difficultés de lecture. Lorsque le processus d'apprentissage de la lecture est bien avancé, il est probable que la surbrillance des syllabes ou des sons vocaliques oblige le lecteur à segmenter ce qu'il perçoit déjà comme un tout. Ce qui pourrait expliquer que l'hypothèse H1 ne soit pas validée avec notre échantillon comportant des enfants d'âge-lecteur CE1-CE2.

Concernant les autres lecteurs dyslexiques de notre étude, nous émettons l'hypothèse que l'attention plus grande portée sur le décodage ne leur permet pas d'augmenter leur vitesse de lecture. Pour autant, leur vitesse n'a pas été réduite par la colorisation de texte.

Cela amène à penser qu'à partir d'un âge-lecteur CE1, la colorisation de texte n'est pas pertinente pour améliorer la vitesse de lecture des enfants dyslexiques.

2.2 La colorisation améliore la précision de lecture des enfants dyslexiques

Nous avons également émis l'hypothèse que la colorisation de texte améliorerait la précision de lecture des enfants dyslexiques. **Cette hypothèse H2 est validée.**

La précision de lecture diffère significativement d'un type de colorisation à l'autre sur la lecture du texte entier. Les enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2 lisent plus précisément grâce à un texte colorisé. Autrement dit, ils font moins d'erreurs avec un texte colorisé, qu'il soit syllabique ou vocalique. C'est avec le texte colorisé en vocalique que les enfants font le moins d'erreurs tous types de textes confondus. Cependant, le nombre d'erreurs ne diffère pas significativement entre le texte syllabique et le texte vocalique. Nous ne nous sommes pas intéressés à la typologie des erreurs car « ni la nature des difficultés, ni leur persistance, ni l'intensité du décalage, ni la nature des erreurs ne semblent avoir un pouvoir diagnostique » (Content, 2012).

La **surbrillance des syllabes** semble pertinente car elle segmente les mots et **réduit l'effort cognitif du découpage**. On peut penser que cela réduit la surcharge cognitive des dyslexiques en leur permettant de se concentrer davantage sur la **conversion graphème-phonème**.

La **surbrillance des sons vocaliques** apporte quant à elle un bénéfice supplémentaire. C'est avec la colorisation vocalique que les enfants dyslexiques lisent **le plus précisément**. **L'identification des noyaux vocaliques** semble faciliter la **conversion graphème-phonème**. Or, la spécificité et la complexité de la langue française se trouve au niveau de cette conversion.

De plus, grâce à la surbrillance des syllabes ou des sons vocaliques, **l'exposition à l'erreur est réduite**. En effet, le découpage des mots ou des sons est imposé par la colorisation et permet que l'enfant se concentre sur la conversion graphème-phonème. Cette absence d'exposition à l'erreur permet la **réitération statistique**. Les enfants dyslexiques sont ainsi confrontés à ce qui structure la langue française, et ce de manière répétée. Ils apprennent grâce à la redondance orthographique, car on ne peut mémoriser que ce qui a été correctement reconnu.

La précision est le paramètre le plus important à acquérir en lecture, car elle contribue à la compréhension de ce qui est lu. Une bonne vitesse de lecture améliore le confort de la lecture, mais n'est pas la priorité des enfants dyslexiques. Il est préférable de lire moins vite correctement, plutôt que de lire vite en faisant beaucoup d'erreurs. Ce que permettent les colorisations syllabique et vocalique.

2.3 Les enfants dyslexiques préfèrent lire un texte colorisé

Dans notre travail de recherche, nous avons émis l'hypothèse que les enfants dyslexiques préféreraient lire un texte colorisé, qu'il soit syllabique ou vocalique. **Cette hypothèse H3 est validée.**

Les enfants qui ont préféré le texte syllabique et ceux qui ont préféré le texte vocalique ont été ajoutés à ceux qui ont répondu « les deux textes en couleurs ». La majorité des enfants a préféré les textes colorisés.

Nous nous sommes assurés que l'ordre de lecture n'avait pas d'impact sur la préférence de texte, autrement dit, que le texte lu en 1^{ère} position ne soit pas plus choisi que celui qui est lu en 2^{ème} ou 3^{ème}. La partie de texte de l'histoire n'a pas influencé le choix de la préférence de texte. Les enfants auraient pu préférer le dénouement de l'histoire par exemple. Nous voyons ici que le sens du texte n'a pas produit d'interférence avec nos résultats.

La colorisation de texte est un outil concret et visuel qui semble apporter un plaisir de lecture aux enfants dyslexiques. Il a été constaté que certains enfants étaient touchés par l'attention que nous leur portions pour les aider en lecture. Leur posture corporelle changeait, et reflétait plus de confiance face à un texte colorisé. Ce qui a pu se retraduire dans leur choix de texte.

Les enfants ne savent pas toujours pourquoi ils aiment ou préfèrent quelque chose, mais ils arrivent parfois mieux à identifier ce qu'ils n'aiment pas. Spontanément, quelques enfants ont commenté leur ressenti négatif, souvent lié au versant perceptif « la couleur me fait mal » ou encore « le rouge m'éblouit ». Le domaine attentionnel a aussi été identifié, certains enfants ont été « déconcentré par la couleur ». Nous avons remarqué que ceux qui n'avaient pas apprécié les textes colorisés ou qui avaient été déconcentrés, lisaient dans l'ensemble, plus vite que les autres enfants de notre échantillon. On peut supposer ici aussi, que leur performance en décodage ou en conversion explique cet effet. Lorsque les processus de découpage ou de conversion graphème-phonème s'automatisent, la couleur devient un distracteur à inhiber, plus qu'une aide au déchiffrement.

La colorisation de texte semble apporter un confort de lecture aux enfants dyslexiques les plus en difficultés. Cette adaptation doit être proposée au bon moment dans leur apprentissage de la lecture pour être une aide efficace. Au-delà d'un certain stade, la colorisation peut devenir un distracteur pour les lecteurs.

2.4 Le texte préféré est généralement le texte lu le plus vite. De même, le texte préféré est généralement le texte lu le plus précisément.

Enfin, dans notre travail de recherche, nous avons émis l'hypothèse que les enfants dyslexiques allaient préférer le texte qu'ils ont le mieux lu, en vitesse ou en précision. **Cette hypothèse H3 est validée.**

Les enfants dyslexiques ont significativement préféré le texte qu'ils ont lu le plus vite, et ce, d'une manière générale et quelle que soit la préférence de colorisation prise une à une. Il semble que les enfants dyslexiques aient une bonne perception de leur performance de lecture. La vitesse de lecture n'est pas améliorée par la colorisation de texte, comme nous l'avons vu dans l'analyse statistique de l'hypothèse 1. En revanche, lorsque l'enfant a lu le texte syllabique le plus vite, il a généralement préféré ce texte (de même pour le texte noir et le texte vocalique).

Aussi, ils ont significativement préféré le texte qu'ils ont lu avec le moins d'erreurs. Mais, préférences prises individuellement, cela n'a pas été le cas pour la colorisation syllabique. Les enfants qui ont lu le texte syllabique avec le moins d'erreurs, ont majoritairement préféré le texte noir.

En croisant les performances en vitesse et en précision de lecture, nous nous apercevons que les enfants identifient le texte qu'ils lisent le plus vite. Ils arrivent à déterminer si leur lecture est plus laborieuse sur un texte que sur un autre. En revanche, ils n'ont pas toujours conscience des erreurs qu'ils font.

Comme l'expérimentateur notait les erreurs au fur et à mesure sur la feuille de recueil, nous pensons que les enfants ont pu avoir un feedback de leurs erreurs. La prise de notes de l'orthophoniste a pu être associée spontanément au nombre d'erreurs commises, comme lors de tests standardisés de fluence. Dès lors, ils ont pu choisir le texte où l'expérimentateur avait pris le moins de notes.

De manière globale, la performance entraîne une préférence. Autrement dit, les enfants dyslexiques préfèrent lire un texte où leur vitesse et leur précision de lecture sont augmentées. Or, le plaisir de lire est fondamental pour accroître le « trésor des mots » (Wundt). Les enfants dyslexiques sont souvent confrontés à une lecture laborieuse qui ne leur donne pas envie de lire davantage, en dehors des temps scolaires. Si nous proposons aux enfants dyslexiques, des textes colorisés, au bon âge-lecteur, ils pourraient à la fois prendre plus de plaisir à lire et être plus précis dans leur lecture.

3 Critiques méthodologiques

3.1 Population

Dyslexiques « purs »

Les orthophonistes ayant accepté de nous aider dans ce travail, nous ont répondu sur la base des critères d'inclusion et d'exclusion que nous avons posés pour cette étude. Nous voulions exclure les facteurs ou troubles pouvant influencer nos résultats. Il semble que les profils de « dyslexiques purs » soient de plus en plus difficiles à trouver. Cela a restreint notre échantillon. La « constellation des dys » est une réalité.

Âge-lecteur

Une seconde critique porte sur les âges-lecteurs des patients. Si les âges réels sont fiables au mois près, en revanche les âges-lecteurs dépendent des derniers bilans effectués. Nous avons pu avoir les dates de passation de certains tests mais pas de tous. Certains orthophonistes ont accepté de faire passer l'Alouette avant notre protocole pour avoir un âge-lecteur récent. Le niveau de lecture des patients suivis en rééducation évolue, l'âge-lecteur n'est donc pas aussi représentatif de notre échantillon que nous l'aurions souhaité. Il aurait fallu que la date de passation du dernier bilan soit demandée sur la feuille de recueil. Nous aurions également pu demander qu'un test donnant l'âge-lecteur soit réalisé si le dernier bilan datait de plus de 6 mois.

3.2 Matériel

Protocole

Nous avons fait le choix de découper un même texte en 3 parties afin que le niveau de langue des 3 parties diffère le moins possible. Nous avons utilisé le logiciel *Antidote* pour mesurer la répartition des catégories grammaticales de nos 3 parties de texte. Cette analyse a été faite après le recueil de données.

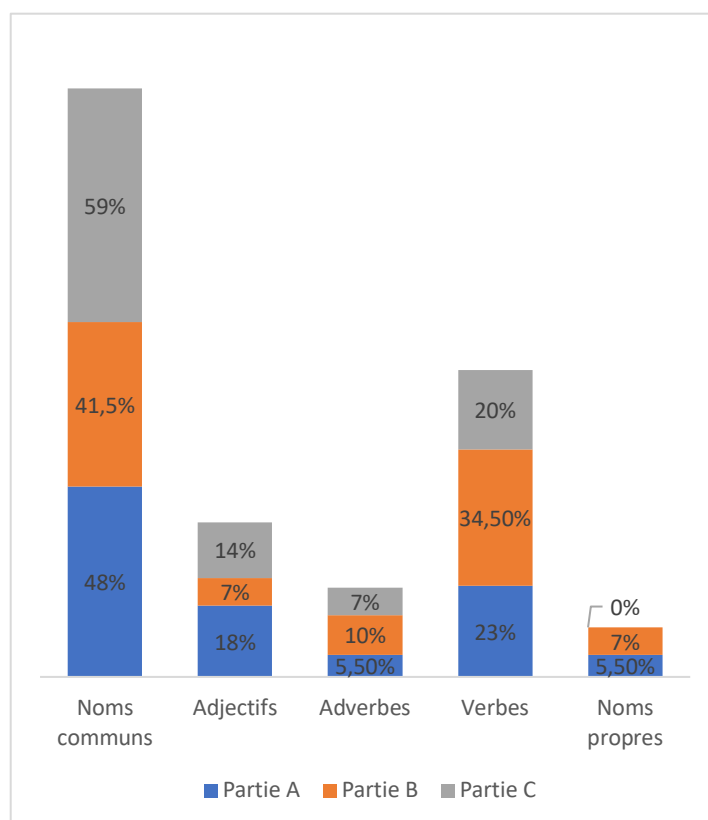


Figure 13 : Répartition des catégories grammaticales au sein de chaque partie de texte

Bien qu'il s'agisse du même texte, les catégories grammaticales ne sont pas tout à fait représentées dans les mêmes proportions. Les 3 parties sont équivalentes en noms communs, en adjectifs et en adverbes. Mais la partie C ne comporte pas de noms propres. On trouve aussi plus de verbes dans la partie B.

De plus, trois orthophonistes nous ont fait remarquer que le texte que nous avons choisi, *Monsieur Petit*, était parfois utilisé à l'école, par les enseignants de leurs patients. Nous ne les avons dans ce cas, pas inclus dans notre étude. Cependant, d'autres enfants inclus dans l'étude, étaient peut-être concernés sans que nous le sachions.

Passations

Les textes ont été présentés individuellement à chaque patient. Les passations se déroulaient dans les différents cabinets des orthophonistes. Tous les enfants n'ont pas été confrontés aux mêmes conditions de passation. De plus, nous n'avons pas pu contrôler l'impression des textes colorisés. Selon les imprimantes et l'utilisation des cartouches d'encre, la couleur peut différer, notamment pour les lettres grisées.

Le recueil de données se faisant à la vue du patient, les enfants ont pu être influencés par la prise de notes des expérimentateurs. L'estimation de leur nombre d'erreurs à chaque lecture, a pu avoir une incidence sur leur préférence de texte.

Nous aurions aimé réduire le nombre d'expérimentateurs en ne faisant passer le protocole qu'à des patients pris en soin à Bordeaux. Mais l'effectif recueilli dans notre ville n'était pas suffisant pour appliquer les tests statistiques (<30). Nous avons donc fait le choix d'élargir à la région Nouvelle Aquitaine pour avoir le nombre de patients nécessaires à l'étude. Nous avons essayé de privilégier les orthophonistes qui avaient 5 patients dyslexiques ou plus, au sein de leur cabinet. En nous rendant jusqu'à Pugnac pour faire passer les tests, nous avons pu doubler les passations effectuées par nous-mêmes.

3.3 Méthode et analyse des résultats

Préférence de texte

La formulation de notre question sur la préférence de texte n'a pas permis d'avoir le recueil de données souhaité. À la question « Il y avait un texte noir, deux textes noir et rouge, lequel as-tu préféré lire ? ». Notre formulation induisait un choix entre le texte noir et les textes colorisés. Ce qui explique que nous ayons eu comme réponse : « J'ai préféré les deux textes colorisés ». Nous avons fait le choix de ne pas nommer le texte syllabique ou le texte vocalique pour ne pas influencer les enfants avec des termes qu'ils auraient pu entendre en classe ou en rééducation. Il aurait donc fallu soit reformuler la question, soit inscrire sur la feuille de recueil que la réponse « les 2 textes » n'était pas acceptée.

Pour la description des résultats de la préférence de texte, nous avons choisi de regrouper ceux qui ont préféré le texte syllabique et ceux qui ont préféré le vocalique avec ceux qui ont préféré « les textes colorisés ». Il nous semblait pertinent de ne pas retirer ceux qui ont préféré « les textes colorisés » car ils étaient nombreux (11). Cependant, cela ne reflète pas exactement la réalité, car nous avons demandé « le texte » qu'ils avaient préféré. Dans les réponses proposées il n'y avait pas « les textes colorisés ». D'autres enfants auraient pu préférer « les textes colorisés ».

Pour l'analyse statistique en revanche, nous avons exclu ceux qui ont préféré « les textes colorisés », car cette réponse impliquant deux textes différents ne pouvait pas être corrélée à la meilleure performance de lecture aussi bien en vitesse, qu'en précision.

4 Perspectives d'études

Suite à notre étude, il pourrait être intéressant d'approfondir la colorisation de texte avec un autre échantillon. Le même protocole pourrait être reconduit auprès d'enfants dyslexiques d'âge-lecteur CP. En effet, la colorisation pourrait améliorer la précision, voire la vitesse de lecture dans les premières étapes du déchiffrage.

Pour supprimer les biais liés à la multiplicité des intervenants, une étude avec un seul intervenant, dans un lieu neutre serait souhaitable. Afin de ne pas donner de feedback à l'enfant sur sa réussite ou ses erreurs, l'expérimentateur pourrait se situer dans une autre pièce derrière une vitre teintée, ou dans la même pièce que l'enfant, derrière un paravent par exemple.

Une étude longitudinale pourrait être menée sur des enfants d'âge-lecteur CP, CE1 ou CE2 afin de mesurer la vitesse et la précision de lecture à T_0 , T_1 et T_2 . Cela permettrait d'observer les effets d'un entraînement à la lecture sur des textes colorisés versus des textes non colorisés.

Nous avons vu que le texte choisi, *Monsieur Petit*, a pu être rencontré par des enfants dyslexiques dans le cadre scolaire. De nouveaux textes pourraient être créés, comportant la même répartition grammaticale et le même niveau de lecture. Ils seraient dès lors inconnus de tous les lecteurs.

De plus, notre étude sur la colorisation ouvre une perspective intéressante à exploiter chez les enfants dyslexiques : l'amélioration de leur précision de lecture. Cette adaptation, syllabique ou vocalique, pourrait être reprise en rééducation orthophonique sur des textes avec des enfants d'âge-lecteur CE1-CE2. À ce jour, du matériel utilisant la colorisation syllabique est publié en édition orthophonique. Un matériel orthophonique spécifique respectant la colorisation vocalique et les adaptations typographiques mentionnées précédemment pourrait être élaboré. Cette création orthophonique irait dans le sens de la répétition statistique et de l'automatisation des noyaux vocaliques grâce à leur identification.

Enfin, notre étude ne portait que sur l'identification des mots écrits. Il serait intéressant d'évaluer si la colorisation a une incidence sur la compréhension de texte des enfants dyslexiques.

CONCLUSION

L'intérêt de cette étude était d'objectiver la pertinence de la colorisation de texte pour aider les enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2 à lire. L'enjeu premier étant de donner le goût de lire aux enfants dyslexiques afin qu'ils entrent dans une spirale vertueuse. Nous l'avons vu, les enfants dyslexiques sont souvent découragés car les processus d'apprentissage de la lecture sont coûteux.

Dans la littérature, de nombreux chercheurs ont mis au point ou évalué des adaptations typographiques pour faciliter la lecture des enfants dyslexiques. Or, l'hypothèse dominante de la cause de la dyslexie est l'hypothèse phonologique. Nous avons donc orienté notre protocole sur des adaptations colorisées qui tiennent compte de la conversion graphème-phonème et de la structure de la syllabe.

Nous avons émis l'hypothèse que la colorisation de textes améliorerait la vitesse et/ou la précision de lecture des enfants dyslexiques.

Nous avons pu observer que les colorisations de texte, syllabique et vocalique, n'améliorent pas la vitesse mais augmentent la précision de lecture. De plus, les enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2 préfèrent lire des textes colorisés plutôt qu'un texte noir. La préférence de texte est aussi associée à la meilleure performance de lecture en vitesse ainsi qu'en précision.

Dans les années à venir, nous espérons que des chercheurs s'intéresseront à la colorisation vocalique, comme piste d'aide à la lecture pour les enfants dyslexiques. Nous aimerions aussi participer à la création de matériel orthophonique pour que les orthophonistes, les patients et leurs parents bénéficient de cette avancée.

BIBLIOGRAPHIE

- Adams, M. (1979). Models of word recognition. *Cognitive Psychology*, 11(2), 133-176. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(79\)90008-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(79)90008-2)
- ALOUETTE-R - Test d'analyse de la lecture et de la dyslexie.* (s. d.). Pearson Clinical & Talent Assessment. <https://www.pearsonclinical.fr/test-danalyse-de-la-lecture-et-de-la-dyslexie>
- Apprentissage de la lecture - Méthodes et manuels - Tome 1 : Apprentissage de la lecture et méthodes de lecture, Luc Maisonneuve.* (s. d.). https://www.editions-harmattan.fr/index_harmattan.asp?navig=catalogue&obj=livre&no=11199
- Bosse, M.-L. (2004). *Activités et adaptations pédagogiques pour la prévention et la prise en compte de la dyslexie à l'école.* 15.
- Chetail, F., & Mathey, S. (2009). The syllable frequency effect in visual recognition of French words : A study in skilled and beginning readers. *Reading and Writing*, 22(8), 955-973. <https://doi.org/10.1007/s11145-008-9135-9>
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC : A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.108.1.204>
- Content, A. (2012). Les causes des troubles d'acquisition du langage écrit. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 116, 21-27.
- Crocq, M.-A., Guelfi, J.-D., Boyer, P., Pull, C.-B., & Pull, M.-C. (2016). *Mini DSM-5 Critères Diagnostiques* (3e édition). Elsevier Masson.
- Cunningham, A., & Stanovich, K. (1998). What reading does for the mind. *American Educator*, 22.
- Doignon-Camus, N., & Zagar, D. (2006). Les enfants en cours d'apprentissage de la lecture perçoivent-ils la syllabe à l'écrit ? *Canadian Journal of Experimental Psychology-revue Canadienne De Psychologie Experimentale - CAN J EXP PSYCHOL*, 60, 258-274. <https://doi.org/10.1037/cjep2006024>
- Doignon-Camus, N., & Zagar, D. (2014). The syllabic bridge : The first step in learning spelling-to-sound correspondences. *Journal of Child Language*, 41(5), 1147-1165. <https://doi.org/10.1017/S0305000913000305>
- Duranovic, M., Senka, S., & Babic-Gavric, B. (2018). Influence of increased letter spacing and font type on the reading ability of dyslexic children. *Annals of Dyslexia*, 68(3), 218-228. <https://doi.org/10.1007/s11881-018-0164-z>

L'imprégnation syllabique. Orthoedition.com

<https://www.orthoedition.com/materiel/limpregnation-syllabique-748.html>

Ehri, L. (1997). Apprendre à lire et apprendre à orthographier, c'est la même chose, ou pratiquement la même chose. In Rieben, L., Fayol, M., & Perfetti, C., *Des orthographes et leur acquisition* (pp 231-265). Lausanne : Delachaux et Niestlé.

ÉVALÉO - Maeder, C., Roustit, J., Launay, L., & Touzin, M - *Ortho Édition*. (s. d.).

<https://www.evaleo6-15.fr/>

Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. *Developmental dyslexia*, 13.

Gentaz, E., Theurel, A., & Sprenger-Charolles, L. (s. d.). *Évaluer les capacités de lecture chez les enfants de 6-7 ans*. 134.

Goswami, U. (2015). Sensory theories of developmental dyslexia : Three challenges for research. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(1), 43-54. <https://doi.org/10.1038/nrn3836>

Houdé, O., & Borst, G. (s. d.). *Le cerveau et les apprentissages*. Nathan.

Kuster, S., van Weerdenburg, M., Gompel, M., & Bosman, A., (2018). Dyslexie font does not benefit reading in children with or without dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 68(1), 25-42. <https://doi.org/10.1007/s11881-017-0154-6>

Launay, L. (2015). *Vers un diagnostic orthophonique argumenté de la dyslexie et/ou de la dysorthographe développementale*. 37.

Launay, L. (2018). *Du DSM-5 au diagnostic orthophonique : Élaboration d'un arbre décisionnel*. 22.

Les Fondations du langage. Essais de linguistique générale I. (s. d.).

[http://www.leseditionsdeminuit.fr/livre-](http://www.leseditionsdeminuit.fr/livre-Fondations_du_langage_Essais_de_linguistique_g%C3%A9n%C3%A9rale_I%C2%A00_(Les)-2137-1-1-0-1.html)

[Fondations_du_langage_Essais_de_linguistique_g%C3%A9n%C3%A9rale_I%C2%A00_\(Les\)-2137-1-1-0-1.html](http://www.leseditionsdeminuit.fr/livre-Fondations_du_langage_Essais_de_linguistique_g%C3%A9n%C3%A9rale_I%C2%A00_(Les)-2137-1-1-0-1.html)

Lire. Tome I, Apprendre à lire, Weiss, M., Gromer, B., (s. d.).

<https://www.decitre.fr/livres/lire-9782200013714.html>

Maïonchi-Pino, N., Magnan, A., & Écalle, J. (2010). Syllable frequency effects in visual word recognition : Developmental approach in French children. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 31(1), 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2009.08.003>

Marinus, E., Mostard, M., Segers, E., Schubert, T., Madelaine, A., & Wheldall, K. (2016). A Special Font for People with Dyslexia : Does it Work and, if so, why? *Dyslexia*

(Chichester, England), 22(3), 233-244. <https://doi.org/10.1002/dys.1527>

Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, 9(4), 14.1-18. <https://doi.org/10.1167/9.4.14>

Neurones de la lecture — Éditions Odile Jacob. (s. d.). www.odilejacob.fr.
https://www.odilejacob.fr/catalogue/sciences/neurosciences/neurones-de-la-lecture_9782738119742.php

O'Brien, B., Mansfield, J., & Legge, G. (2005). The effect of print size on reading speed in dyslexia. *Journal of research in reading*, 28(3), 332-349. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2005.00273.x>

Perea, M., Panadero, V., Moret-Tatay, C., & Gómez, P. (2012). The effects of inter-letter spacing in visual-word recognition: Evidence with young normal readers and developmental dyslexics. *Learning and Instruction*, 22(6), 420-430. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.04.001>

Psychologie cognitive de la lecture. De Boeck Supérieur
<https://www.deboecksuperieur.com/ouvrage/9782804155414-psychologie-cognitive-de-la-lecture>

Recherches en éducation—Article de synthèse 2006—Évaluation de programmes d'immersion en Co (ressource 1906) (s. d.).

Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2017). How to present more readable text for people with dyslexia. *Universal Access in the Information Society*, 16(1), 29-49. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0438-8>

Rello, L., Pielot, M., & Marcos, M.-C. (2016). *Make It Big! : The Effect of Font Size and Line Spacing on Online Readability.* 3637-3648. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858204>

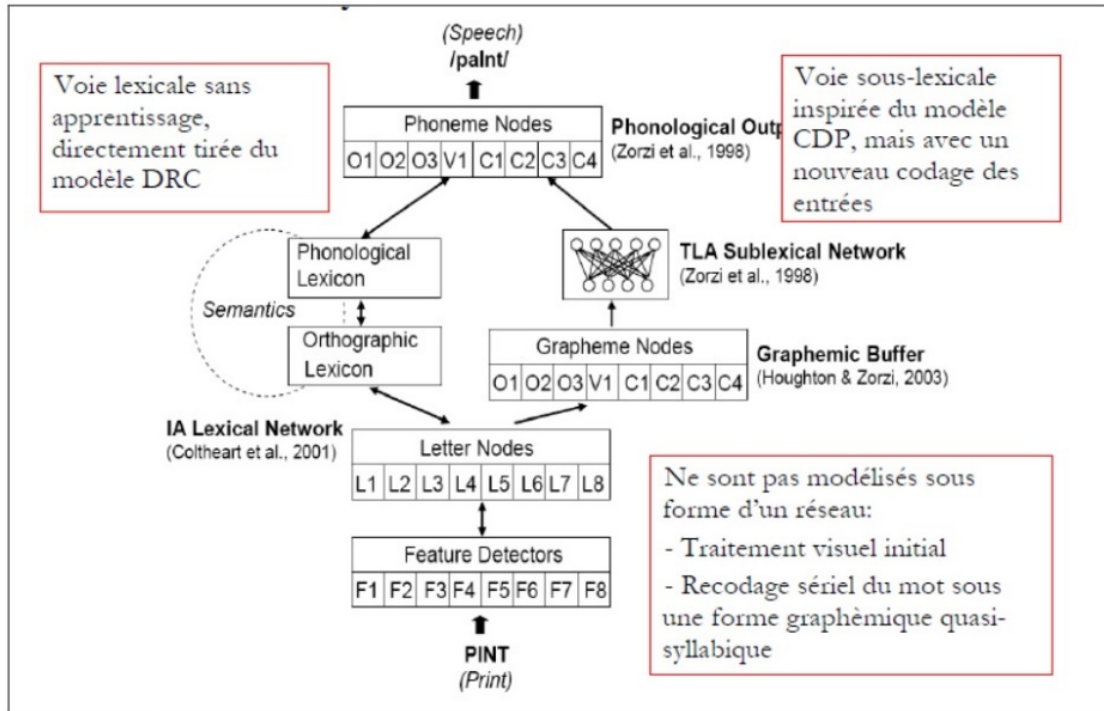
Rello, L., Pielot, M., Marcos, M.-C., & Carlini, R. (2013). Size matters (spacing not) : 18 points for a dyslexic-friendly Wikipedia. *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, 1-4. <https://doi.org/10.1145/2461121.2461125>

Saksida, A., Iannuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonet, J.-F., Bricout, L., Billard, C., Nguyen-Morel, M.-A., Le Heuzey, M.-F., Soares-Boucaud, I., George, F., Ziegler, J., & Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span, and visual stress in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 52(10), 1503-1516. <https://doi.org/10.1037/dev0000184>

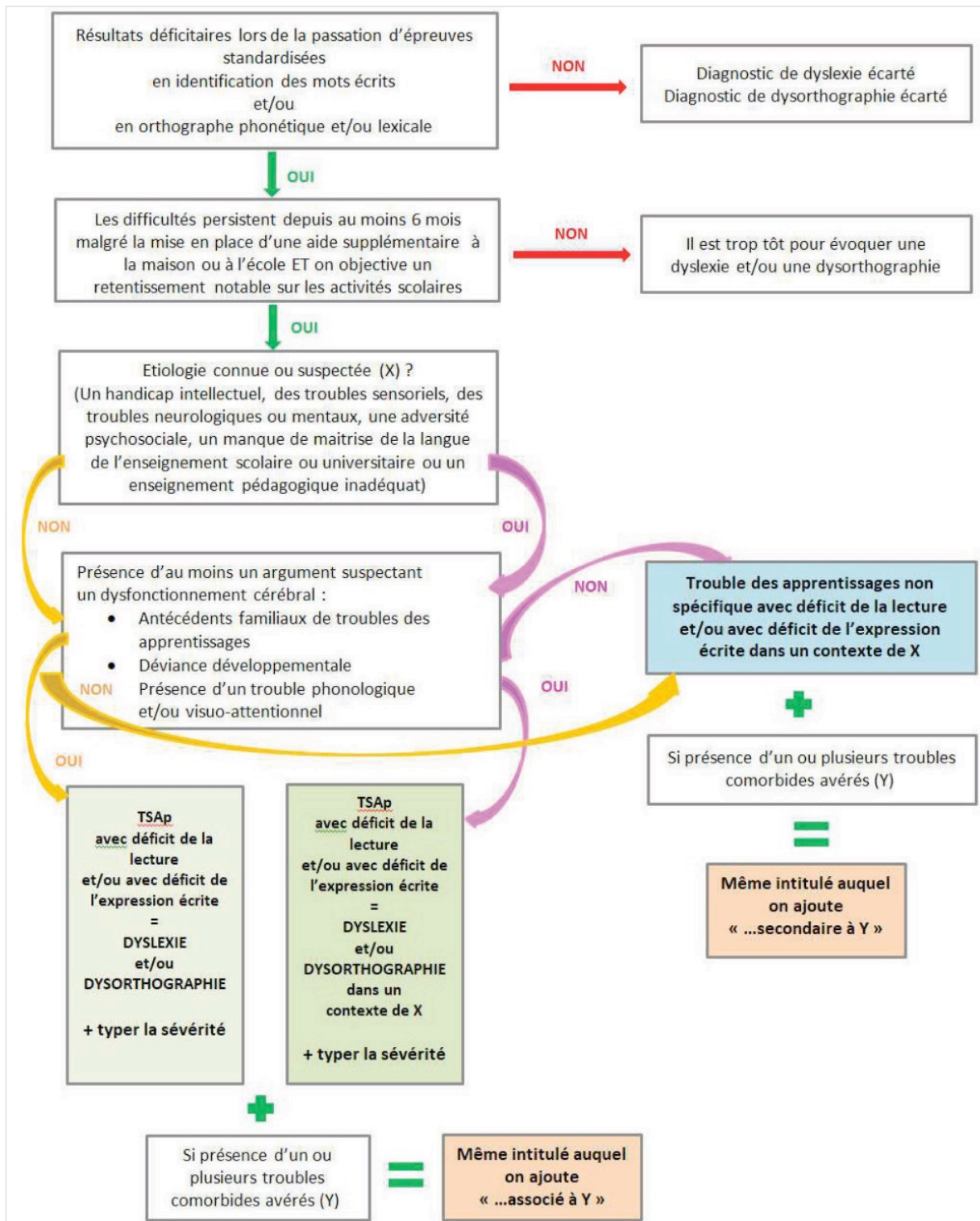
- Schneps, M. H., Thomson, J. M., Sonnert, G., Pomplun, M., Chen, C., & Heffner-Wong, A. (2013). Shorter Lines Facilitate Reading in Those Who Struggle. *PLOS ONE*, 8(8), e71161. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071161>
- Slemmer, J. A., Kirkham, N. Z., & Johnson, S. P. (2010). Visual statistical learning in infancy. *Journal of Vision*, 1(3), 25-25. <https://doi.org/10.1167/1.3.25>
- Snowling, M. (s. d.). *Dyslexia, 2nd Edition* | Wiley. Wiley.Com. <https://www.wiley.com/en-ib/Dyslexia%2C+2nd+Edition-p-9780631205746>
- Sprenger-Charolles, L. (1994). L'acquisition de la lecture en français : Étude longitudinale de la première à la seconde année du primaire. *L'année psychologique*, 94(4), 553-574. <https://doi.org/10.3406/psy.1994.28788>
- White, S., Milne, E., Rosen, S., Hansen, P., Swettenham, J., Frith, U., & Ramus, F. (2006). The role of sensorimotor impairments in dyslexia : A multiple case study of dyslexic children. *Developmental Science*, 9(3), 237-255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00483.x>
- Wijnants, M. L., Hasselman, F., Cox, R. F. A., Bosman, A. M. T., & Van Orden, G. (2012). An interaction-dominant perspective on reading fluency and dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 62(2), 100-119. <https://doi.org/10.1007/s11881-012-0067-3>
- Williams. (2001). *Williams, R. (2001). Het lettertypeboek voor iedereen [The book of fonts for everybody]. Schoonhoven, the Netherlands : Academic Services.*
- Ziegler, J. (s. d.-a). *Apprentissage de la lecture et les troubles de l'apprentissage*. AMUpod. <https://amupod.univ-amu.fr/video/0952-johannes-ziegler-apprentissage-de-la-lecture-et-les-troubles-de-lapprentissage/>
- Ziegler, J. (s. d.-b). *L'art de lire et d'enseigner la lecture*. 20.
- Ziegler, J., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages : A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 131(1), 3-29. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3>
- Ziegler, J. (2018). Différences inter-linguistiques dans l'apprentissage de la lecture. *Langue française*, 199(3), 35. <https://doi.org/10.3917/lf.199.0035>
- Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., Bravar, L., George, F., Pech-Georgel, C., & Ziegler, J. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(28), 11455-11459. <https://doi.org/10.1073/pnas.1205566109>

ANNEXES

Annexe 1 : Modèle CDP+ (synthèse des modèles CDP et DRC) (Perry, Ziegler et Zorzi, 2007)



Annexe 2 : Arbre décisionnel de Launay (Launay, 2018)



Annexe 3 : Protocole explicatif à destination des orthophonistes

Protocole explicatif

L'objectif de ce mémoire est d'évaluer l'incidence de la colorisation syllabique et vocalique sur la vitesse de lecture et la précision de lecture des enfants dyslexiques (sans troubles associés) ayant un âge-lecteur CE1 ou CE2.

Les paramètres retenus sont les suivants :

- **Texte noir** : Verdana 16 – Interligne 1,5 – Espace inter-mots 1,5
- **Texte colorisé en syllabique** : Verdana 16 – Interligne 1,5 – Espace inter-mots 1,5
- **Texte colorisé en vocalique** : Verdana 16 – Interligne 1,5 – Espace inter-mots 1,5 - Lettres muettes grisées

Vous trouverez en pièces-jointes le texte mis en page selon les modalités. L'ordre de passation et les paramètres varient selon les combinaisons, veuillez respecter l'ordre indiqué sur la feuille de recueil.

La passation doit se faire **en une seule fois**, sur **version papier**. Les textes sont imprimés en **couleur**. Le texte de base a été découpé en 3 parties pour appliquer à chaque partie un critère (noir, colorisation syllabique, colorisation vocalique), il y a 3 textes différents de 105 mots. Le patient lira donc les 3 textes de 105 mots dans l'ordre indiqué (les pages sont numérotées de 1 à 3).

L'examineur chronomètre le temps de lecture pour chaque texte. Le chronomètre sera déclenché au premier mot lu par le patient et stoppé à la lecture du dernier mot. L'examineur reportera sur la feuille de recueil les erreurs produites par le patient, les omissions et les ajouts de mots.

Vous trouverez sur la feuille de recueil, des questions nécessaires à l'analyse de certains résultats.

Vous pouvez nous retourner la feuille de recueil ainsi que les formulaires de consentement signés par les parents par mail à l'adresse suivante : celia.chenouna@etu.u-bordeaux.fr

Nous vous remercions pour votre participation et restons bien entendu à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

Annexe 4 : Feuille de recueil à destination des orthophonistes (Exemple pour les combinaisons ABC).

Feuille de recueil n°1

Date de passation :

Prénom (sexe) :

Age :

Classe :

Age lecteur : objectifé par le test :

Le patient a-t-il un trouble spécifique du langage écrit ? oui non

Le patient a-t-il été sensibilisé à l'imprégnation syllabique ? oui non

Le patient a-t-il été sensibilisé aux sons vocaliques (formation Bobillier) ?
oui non

Consigne au patient : « Je voudrais que tu lises ce texte le mieux possible en entier. ».

Consignes de recueil :

- Démarrer le chronomètre au premier mot lu
- Barrer les mots sautés, barrer les lignes sautées
- Barrer le mot mal lu et noter la production de l'enfant en-dessous
- Mettre / à 1min, // à 2min, /// à 3 min
- Si l'enfant hésite puis lit correctement le mot : noter AC
- Les ajouts de mots sont comptabilisés dans les erreurs

C'est l'histoire de Monsieur Petit qui vit dans une vieille maison située au cœur d'un vieux village. La maison est entourée d'un jardin avec une barrière ; il y a des concombres, des choux frisés, toutes sortes de légumes. Au fond du jardin, le portillon reste toujours fermé pour que Chien à Puces ne s'échappe pas. Chien à Puces aime se coucher près de la poubelle, à l'ombre d'un oranger couvert de fruits délicieux. Chien à Puces est gourmand, il croque tout ce qui lui passe sous la dent : des oranges pourries qui tombent sur le sol, des fleurs fanées, un morceau de buvard.

Temps de lecture (min sec) :

Nombre d'erreurs :

Nombre d'auto-correction :

Un jour, Monsieur Petit décide de mettre Chien à Puces dans une niche. Chien à Puces n'aime pas être enfermé, il préfère s'endormir en regardant les étoiles dans le ciel. Toutes les nuits, il aboie quand Monsieur Petit va se coucher. Monsieur Petit décide de dormir dans le grenier de sa jolie maison pour prendre un peu de repos. Il ne trouve plus le sommeil ! Une nuit d'insomnie ! Il saute du lit et ouvre la grande malle qui se trouve devant lui, dans un coin sombre du grenier. Et là, surprise, toute sa vie, qu'il pensait sans histoire, lui revient encore en mémoire.

Temps de lecture (min sec) :

Nombre d'erreurs :

Nombre d'auto-correction :

Il sort les mouchoirs brodés par sa grand-mère, ses petites dents de lait, son pot de chambre ébréché, une tête de poisson séché, un sac plein de billes, une montre qui fait tic, tac, son carnet de notes, un bout de lacet, son vieux transistor à pile. C'est fou comme tous ces souvenirs se bousculent dans sa tête et il ne peut retenir ses larmes d'émotion, sa vie n'est pas sans histoire. Il se souvient de la voix du présentateur météo : « Le temps va changer demain en début de matinée sur notre région, ciel chargé, l'après-midi », il se rappelle les vieilles publicités.

Temps de lecture (min sec) :

Nombre d'erreurs :

Nombre d'auto-correction :

Respect de la ponctuation : oui non

« Il y avait un texte noir, deux textes noir et rouge, quel texte as-tu préféré lire ? » :

Annexe 5 : Textes pour le patient (Exemple : combinaison 1 - A1 B2 C3) (présenté ici en taille réduite, normalement imprimés sur 3 pages A4)

C'est l'histoire de Monsieur Petit qui vit dans une vieille maison située au cœur d'un vieux village. La maison est entourée d'un jardin avec une barrière ; il y a des concombres, des choux frisés, toutes sortes de légumes. Au fond du jardin, le portillon reste toujours fermé pour que Chien à Puces ne s'échappe pas. Chien à Puces aime se coucher près de la poubelle, à l'ombre d'un oranger couvert de fruits délicieux. Chien à Puces est gourmand, il croque tout ce qui lui passe sous la dent : des oranges pourries qui tombent sur le sol, des fleurs fanées, un morceau de buvard.

Page 1 – Partie A – (1) texte noir

Un jour, Monsieur Petit décide de mettre Chien à Puces dans une niche. Chien à Puces n'aime pas être enfermé, il préfère s'endormir en regardant les étoiles dans le ciel. Toutes les nuits, il aboie quand Monsieur Petit va se coucher. Monsieur Petit décide de dormir dans le grenier de sa jolie maison pour prendre un peu de repos. Il ne trouve plus le sommeil ! Une nuit d'insomnie ! Il saute du lit et ouvre la grande malle qui se trouve devant lui, dans un coin sombre du grenier. Et là, surprise, toute sa vie, qu'il pensait sans histoire, lui revient encore en mémoire.

Page 2 – Partie B – (2) texte colorisé en syllabique

Il sort les mouchoirs brodés par sa grand-mère, ses petites dents de lait, son pot de chambre ébréché, une tête de poisson séché, un sac plein de billes, une montre qui fait tic, tac, son carnet de notes, un bout de lacet, son vieux transistor à pile. C'est fou comme tous ces souvenirs se bousculent dans sa tête et il ne peut retenir ses larmes d'émotion, sa vie n'est pas sans histoire. Il se souvient de la voix du présentateur météo : « Le temps va changer demain en début de matinée sur notre région, ciel chargé, l'après-midi », il se rappelle les vieilles publicités.

Page 3 – Partie C – (3) texte colorisé en vocalique

Titre : L'incidence des colorisations syllabique et vocalique sur la vitesse de lecture, la précision de lecture et la préférence de texte des enfants dyslexiques d'âge-lecteur CE1-CE2.

Résumé : La dyslexie est un trouble neurodéveloppemental caractérisé par une faiblesse dans l'identification des mots écrits. Cette dernière se traduit par une lecture ralentie et des erreurs fréquentes. L'hypothèse explicative la plus consensuelle est celle du trouble phonologique (Kuster et al., 2018). Dans notre étude, nous ajoutons aux adaptations typographiques de texte validées scientifiquement, la colorisation de texte. Nous avons étudié les effets de la colorisation syllabique et de la colorisation vocalique sur 65 enfants dyslexiques recrutés sur la région Nouvelle Aquitaine. Les résultats statistiques montrent que la colorisation n'a ni amélioré, ni réduit la vitesse de lecture des enfants dyslexiques. En revanche, la précision de lecture a été améliorée grâce à la colorisation de texte qu'elle soit syllabique ou vocalique. Nous avons également interrogé le ressenti des enfants dyslexiques. Ils ont préféré les textes colorisés, et cette préférence était associée au texte lu le plus vite d'une part, et au texte lu le plus précisément d'autre part.

Mots clés : dyslexie - adaptation typographique - vitesse de lecture - précision de lecture - colorisation syllabique - colorisation vocalique

Title: The impact of syllabic and vowel coloring on reading speed, reading accuracy, and text preference of second grade dyslexic children at the reading-age.

Abstract : Dyslexia is a neurodevelopmental disorder characterized by a weakness in identifying written words. This results in slow reading and frequent errors. The most consensual explanatory hypothesis is that of phonological disorder (Kuster et al., 2018). In our study, we added text colorization to the scientifically validated text typographic adaptations. We studied the effects of syllabic colorization and vowel colorization on 65 dyslexic children recruited from the New Aquitaine region. Statistical results show that colorization neither improved, nor reduced the reading speed of dyslexic children. On the other hand, reading accuracy was improved by the colorization of text, whether syllabic or vowel. We also questioned the dyslexic children's feelings. They preferred the colored texts, and this preference was associated with the text read the fastest, as well as with the text read the most accurately.

Keywords : dyslexia - typographical adaptation - reading speed - reading accuracy - syllabic colorization - vowel colorization

Nombre de pages : 58 (52 hors annexes). Nombre de références : 48