



HAL
open science

Rééduquer la dyslexie par le rythme

Perrine Queval-Spenninck

► **To cite this version:**

Perrine Queval-Spenninck. Rééduquer la dyslexie par le rythme. Médecine humaine et pathologie. 2016. hal-03870222

HAL Id: hal-03870222

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03870222>

Submitted on 24 Nov 2022

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.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

FACULTÉ DE MÉDECINE

DÉPARTEMENT D'ORTHOPHONIE

MÉMOIRE présenté par :

Perrine QUEVAL--SPENNINCK

soutenu le : **28 juin 2016**

pour obtenir le **Certificat de Capacité d'Orthophoniste**
de l'Université de Lorraine

Rééduquer la dyslexie par le rythme

MÉMOIRE dirigé par : **M. Grégory BYNEN**
Mme Christine DA SILVA

Orthophoniste
Maître de Conférences,
Université de Lorraine,
EA 3450 DevAH

PRÉSIDENT DU JURY : **Pr. Philippe PERRIN**

Université de Lorraine
CHRU Nancy Brabois,
Laboratoire d'Analyse de la
Posture, de l'Équilibration et
de la Motricité (LAPEM)

ASSESEUR : **Mme Agnès PIQUARD-KIPFFER**

Maître de Conférences,
Université de LORRAINE
ESPE & Loria-CNRS
UMR 7503

Année universitaire : 2015-2016

Remerciements

Je remercie vivement le Pr. Philippe Perrin d'avoir accepté d'assurer la présidence de ce jury ainsi que pour s'être montré aussi patient et disponible dans le cadre de mon travail.

Je remercie également Mme Agnès Piquard d'avoir accepté le poste d'assesseur de ce jury, ainsi que de m'avoir aidé à finaliser ce travail de recherche.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à Mme Christine Da Silva pour ses conseils, sa patience et ses encouragements, qui m'ont permis d'avancer et de terminer ce projet.

Je tiens à adresser des remerciements tout particuliers à M. Grégory Bynen, pour m'avoir accueillie en stage, pour m'avoir soufflé le sujet de ce mémoire et pour avoir porté ce projet du début à la fin avec moi.

Je remercie les cinq patients qui ont accepté de travailler avec moi dans le cadre de ce mémoire, pour leur confiance et leur implication.

J'adresse un immense merci à toutes mes amies futures orthophonistes pour votre soutien indéfectible, en particulier Aline, Nat, et ma super-colocataire Marthe. Je remercie également Coralie pour son dynamisme, et Flo pour m'avoir supportée et encouragée tout le long de cette aventure.

Pour terminer, je remercie mes parents pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon mémoire, et sans qui je n'aurais pas pu en arriver là.

Sommaire

Remerciements.....	2
Sommaire.....	3
Introduction.....	7
Partie Théorique.....	10
1 Lecture et dyslexie.....	10
1.1 Les mécanismes de la lecture et leur acquisition.....	10
1.1.1 Les capacités associées à la lecture.....	10
1.1.1.1 Capacités métaphonologiques.....	10
1.1.1.2 Capacités mnésiques verbales.....	11
1.1.1.3 Capacités visuo-attentionnelles.....	12
1.1.1.4 Capacités de dénomination rapide (RAN).....	12
1.1.2 L'apprentissage de la lecture.....	13
1.1.3 Les stratégies de lecture.....	15
1.2 Les troubles spécifiques de la lecture ou dyslexie.....	16
1.2.1 Définitions.....	16
1.2.2 Manifestations des troubles dyslexiques.....	19
1.2.2.1 Symptômes.....	20
1.2.2.2 Troubles associés.....	21
1.2.3 Classification des troubles.....	21
1.2.3.1 Selon la nature des symptômes.....	22
1.2.3.2 Selon le degré d'intensité.....	23
1.2.4 Causes : hypothèses actuelles.....	23
1.2.5 Prise en charge orthophonique des troubles dyslexiques.....	26
1.2.5.1 Approches thérapeutiques.....	27
1.2.5.2 Principes de base de la prise en charge orthophonique.....	27
2 Rythme et Langage.....	33
2.1 Théories du rythme.....	33
2.2 Le rythme linguistique.....	34
2.3 La perception des paramètres rythmiques.....	41
2.3.1 Le traitement séquentiel et le traitement temporel.....	41
2.3.2 La perception des rythmes de la musique et de la parole.....	42
3 Synthèse.....	44
Partie expérimentale.....	45
1 Méthodologie.....	45
1.1 Problématique et hypothèses.....	45
1.2 Population.....	46
1.3 Modalités et matériel d'expérimentation.....	48
1.3.1 Évaluations.....	49
1.3.1.1 Conditions de passation.....	49
1.3.1.2 Outils et matériel d'évaluation.....	49
1.3.1.2.1 L'outil de mesure des pauses.....	51
1.3.1.2.2 L'outil de mesure des autocorrections.....	54
1.3.1.2.3 Compléments à l'épreuve de rythme (reproduction de cellules rythmiques, EVALO).....	56
1.3.2 Remédiation.....	57

1.3.2.1 Plan des séances	57
1.3.2.2 Principes de prise en charge.....	62
1.3.2.3 Outils et matériel de remédiation.....	62
2 Résultats.....	64
2.1 Présentation et analyse des résultats pour les capacités rythmiques et métriques.....	64
2.1.1 Présentation des résultats épreuve par épreuve.....	64
Évaluation des capacités rythmiques :	64
Évaluation des capacités métriques :	65
2.1.2 Analyse par patient de l'évolution des capacités rythmiques et métriques.....	66
2.1.2.1 Sujet A.....	66
2.1.2.2 Sujet B.....	67
2.1.2.3 Sujet C.....	68
2.1.2.4 Sujet D.....	69
2.1.2.5 Sujet E.....	69
2.2 Présentation et analyse des résultats en lecture.....	71
2.2.1 Présentation des résultats épreuve par épreuve.....	71
Tableau 7 : évolution pré-test/post-test pour l'épreuve de l'Alouette-R.....	72
Tableau 8 : évolution pré-test / post-test pour l'épreuve de M. Petit.....	72
Tableau 9 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de mots irréguliers.....	73
Tableau 10 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de mots réguliers.....	73
Tableau 11 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de pseudo-mots.....	74
2.2.2 Présentation des différents taux de pauses en lecture à voix haute.....	75
2.2.2.1 Comparaison des taux de pause.....	76
2.2.2.2 Comparaison de la qualité des pauses.....	76
2.2.3 Analyse patient par patient.....	76
2.2.3.1 Sujet A.....	76
2.2.3.2 Sujet B.....	77
2.2.3.3 Sujet C.....	79
2.2.3.4 Sujet D.....	80
2.2.3.5 Sujet E.....	81
Discussion et conclusion.....	83
1. Discussion des résultats et validation des hypothèses.....	83
2. Conclusion générale et perspectives.....	89
Bibliographie.....	93
Annexes.....	102

Liste des tableaux

Tableau1 : Organisation du Temps 1.....	58
Tableau2 : Organisation du Temps 2.....	59
Tableau3 : Organisation du Temps 3.....	59
Tableau4 : Organisation du Temps 4.....	60
Tableau5 : Organisation du Temps 5.....	61
Tableau6 : Organisation du Temps 6.....	61
Tableau7 : évolution pré-test/post-test pour l'épreuve de l'Alouette-R.....	72
Tableau8 : évolution pré-test / post-test pour l'épreuve de M. Petit.....	72
Tableau9 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de mots irréguliers.....	73
Tableau10 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de mots réguliers.....	73
Tableau11 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de pseudo-mots.....	74

Liste des figures

Figure 1 : Scores réussite version étalonnée.....	64
Figure 2 : Scores réussite version enrichie.....	64
Figure 3 : Taux de justesse du tempo par items réussis.....	65
Figure 4 : Qualité des pauses : Lecture de l'Alouette.....	75
Figure 5 : Taux de temps de pause : Lecture de l'Alouette.....	75
Figure 6 : Qualité des pauses : Lecture de M. Petit.....	75
Figure 7 : Taux de temps de pauses : Lecture de M. Petit.....	75

Liste des Annexes

Annexe 1 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet A.....	99
Annexe 2 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet B.....	102
Annexe 3 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet C.....	105
Annexe 4 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet D.....	108
Annexe 5 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet E.....	111
Annexe 6 : Étalonnages MCLM – M. Petit.....	114
Annexe 7 : Étalonnage niveau CE2 – Listes de mots ODEDys.....	114
Annexe 8 : Étalonnage niveau CM1 – Listes de mots ODEDys.....	115
Annexe 9 : Étalonnage niveau CM2 – Listes de mots ODEDys.....	115
Annexe 10 : Étalonnage niveau 5ème – Listes de mots ODEDys.....	115
Annexe 11 : Épreuve de reproduction de cellules rythmiques de l'EVALO.....	116
Annexe 12 : Complément à l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques.....	116

Introduction

La rééducation de la dyslexie est un acte très courant dans la pratique orthophonique. L'un des premiers temps de cette prise en charge consiste en l'amélioration de la perception et de la manipulation mentale des phonèmes et des syllabes. Ces compétences phonologiques et métaphonologiques sont inhérentes au langage oral et sont très souvent déficitaires chez les sujets dyslexiques. Dans le cadre de cette rééducation des capacités phonologiques et métaphonologiques, mais aussi dans le milieu scolaire où les enfants apprennent à lire, nous avons remarqué l'utilisation récurrente de la scansion. Cette pratique consiste tout naturellement à marquer les syllabes de la parole en frappant dans ses mains, ce qui aide les enfants à segmenter les mots de la chaîne parlée. Cependant, nous avons constaté lors d'un stage que cette activité censée favoriser la perception des syllabes se révèle difficile à réaliser pour une majorité de sujets dyslexiques. Face à cette observation, nous nous sommes interrogée sur l'origine de cette difficulté. Étant donné que scander c'est rythmer physiquement la parole pour mieux la découper, un déficit des capacités rythmiques pourrait-il être à l'origine des troubles phonologiques, dont l'une des manifestations serait de ne pas pouvoir utiliser la scansion efficacement ? Ayant constaté cette difficulté chez la plupart des sujets dyslexiques rencontrés en stage, existerait-il un lien entre les capacités de lecture et les capacités rythmiques ?

Ce lien a été mis en évidence par les travaux de Flaunacco *et al.* (2014, 2015). Bien que sa nature soit encore floue, ces auteurs ont mis en évidence une corrélation nette entre les capacités phonologiques, les compétences en lecture et les capacités musicales. Dans deux études successives, ils ont comparé ces trois capacités entre elles chez deux groupes d'adultes musiciens et non-musiciens, puis ils ont exploré l'effet de la pratique musicale sur une cohorte de sujets dyslexiques de 8 à 10 ans. Les résultats obtenus ont montré que l'entraînement musical a eu un effet positif non seulement sur la lecture de texte, mais également sur la lecture de pseudo-mots, et donc sur la qualité du décodage. Cela va de pair avec les progrès obtenus sur les épreuves axées sur la métaphonologie – testées par des tâches de fusion et de segmentation phonémique. De plus, cette recherche a mis en lumière que les capacités rythmiques – testées par des tâches de reproduction rythmique et de perception d'irrégularités

rythmiques – étaient prédictives du niveau de lecture des sujets. Leur hypothèse, reprise par Schön & Tillmann (2015), considère que l'entraînement spécifique des capacités rythmiques et métriques, naturellement mobilisées dans la pratique musicale, serait bénéfique pour la rééducation du langage oral et écrit. Dans le cadre d'une prise en charge orthophonique, travailler spécifiquement avec le rythme et la mesure de en première intention pourrait en effet permettre d'améliorer les capacités métaphonologiques, ce qui aurait un impact sur le versant oral du langage, mais aussi sur sa dimension écrite.

À l'heure actuelle, quelle utilisation est faite du rythme et de la mesure dans la prise en charge des troubles du langage oral et écrit ?

Le rythme est un outil couramment utilisé dans diverses méthodes de rééducation, comme la Thérapie Mélodique et Rythmée (Van Eeckhout *et al.*, 1995¹), utilisée en aphasiologie, les méthodes Structuro-Globales Audio-Visuelles (dont la Méthode Verbo-Vonale, Gubérina, 1965, 1984), ou la Dynamique Naturelle de la Parole, (Dunoyer de Segonzac, 1991), ces dernières ayant été créées à l'origine pour l'éducation précoce de la surdité (Baron, 1972 ; Pelé, 1972 ; Fagnou, 1975, Meyer, 1985 ; Charpentier, 2013). Plus récemment, ces diverses méthodes rythmées ont été adaptées pour d'autres prises en charge, comme la rééducation des troubles de la voix (Benzaquen, 1987), et des troubles du langage oral, tels que les retards simples de la parole et du langage (Thillerot, 1971 ; Babut, 1983 ; Dutilleul, 2013 ; Reynaud, 2014), les troubles dysphasiques (Portier, 2001 ; Vidal, 2013 ; Maudet, 2015), et le bégaiement (Villegas, 2015), et des conséquences sur le langage et la communication des troubles autistiques (Cochet, 2014), du syndrome de Down (Marquignon, 2009 ; Bailleul, 2010), et du polyhandicap (Fusty-Raynaud, 1975). En résumé, l'utilisation du rythme concerne un large champ de compétences couvert par la pratique orthophonique.

Les méthodes utilisant le rythme et la mesure sont rarement utilisées dans la rééducation des troubles spécifiques du langage écrit. Même si elle ne mobilise pas précisément des paramètres rythmiques, la méthode MéloDys® de Habib & Commeiras (2014) se rapproche de ce type de pratique puisqu'elle utilise la musique de manière plus globale pour prévenir dès la maternelle précocement les troubles « dys » tels que la dyslexie, mais aussi la dysphasie, et la dyspraxie.

1 D'après Melodic Intonation Therapy (Albert *et al.* 1973; Sparks *et al.* 1974, 1976; Sparks, 1998)

À la suite des conclusions de Flaugnacco *et al.* (2015) évoquées plus haut, nous faisons l'hypothèse qu'un entraînement spécifique et exclusif du rythme et de la mesure peut être utilisé en orthophonie pour rééduquer la dyslexie. Nous voulons adapter l'hypothèse de ces auteurs à notre pratique clinique. L'objectif de notre recherche est donc d'évaluer l'intérêt et les limites d'une telle prise en charge, et les retentissements de cette rééducation spécifique sur la lecture des sujets dyslexiques.

Dans un premier temps, nous décrirons les mécanismes cognitifs de la lecture, le processus d'acquisition de cette capacité ainsi que les troubles spécifiques de la lecture et leur rééducation. Puis nous définirons le rythme dans le langage, et pour terminer cette partie théorique nous clarifierons le lien entre le rythme et la lecture. Dans un second temps, nous présenterons notre expérimentation, sa méthodologie et les résultats obtenus. Pour terminer, nous discuterons ces résultats et nous proposerons les conclusions de notre recherche.

Partie Théorique

1 Lecture et dyslexie

1.1 Les mécanismes de la lecture et leur acquisition

Avant de définir les troubles de la lecture, il convient d'expliquer ce qu'est la lecture typique. Nous présentons dans cette partie les mécanismes nécessaires à une lecture efficace : d'abord les capacités cognitives associées à l'acte de lire, ensuite la façon dont le langage écrit s'acquiert, et enfin les stratégies utilisées par le lecteur expert au terme de son apprentissage.

1.1.1 Les capacités associées à la lecture

Ces capacités, au nombre de quatre, sont indispensables à la lecture. Ce sont les capacités métaphonologiques, les capacités mnésiques, les capacités visuo-attentionnelles et les capacités de dénomination rapide. Nous les définirons et décrirons leur rôle dans l'acte de lire dans cette sous-partie.

1.1.1.1 *Capacités métaphonologiques*

La lecture, ainsi que l'orthographe, sont des activités proprement humaines qui nécessitent un apprentissage explicite (Delahaie, 2009). L'élément de base du langage oral est la syllabe. Or, elles ne correspondent pas exactement aux unités de base du langage écrit que sont les graphèmes. Lors de l'apprentissage du langage écrit, l'enfant doit prendre conscience des éléments du langage oral qui composent la syllabe : les phonèmes. Ils sont à la base de la métaphonologie et sont directement liés aux graphèmes qui sont les unités de base des écritures alphabétiques (Sprenger-Charolles & Colé, 2013).

Pour apprendre à lire, un sujet a besoin de pouvoir percevoir et discriminer ces unités entre elles. Autrement dit, cet apprentissage requiert l'accès à un certain niveau de conscience

phonologique et le recours à la métaphonologie. Mais ces capacités ne sont pas innées, elles doivent être enseignée de manière explicite (Dehaene, 2007, Barrouillet *et al.*, 2007). Dehaene met d'ailleurs en évidence que la conscience phonologique des phonèmes s'acquiert parallèlement au langage écrit. Cet auteur argumente en prenant pour exemple le cas des adultes analphabètes car il n'ont aucune conscience des phonèmes, n'ayant pas bénéficié de l'enseignement nécessaire. Ces adultes sont pourtant tout à fait capables de percevoir les unités syllabes. Cela s'explique par le fait que la conscience de la syllabe est au centre du langage oral, contrairement au langage écrit, qui est porté par le phonème. Sprenger-Charolles & Colé (2013) argumentent dans ce sens en montrant la différence entre les capacités de segmentation syllabique et phonémique avant le début de l'apprentissage du langage écrit. En segmentation syllabique, les taux de réponses correctes sont très hauts dès la Grande Section de Maternelle (73%), alors que pour la segmentation phonémique, ce taux est particulièrement faible (19%). Il passe à 49% à la fin du CP, ce qui correspond à l'entrée dans le langage écrit.

L'apprenant a donc besoin d'être capable de manipuler mentalement les phonèmes, c'est-à-dire d'avoir accès à la métaphonologie. Pour cela, il doit absolument envisager le mot (le signe) non seulement comme une unité sémantique (le signifié), mais également comme un objet phonologique (le signifiant) composé d'éléments manipulables (Saussure, 1969).

1.1.1.2 *Capacités mnésiques verbales*

L'analyse et la manipulation des éléments phonologiques sont des capacités soutenues par la mémoire verbale à court terme. C'est la « boucle phonologique » du modèle sur la mémoire de travail de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974, révisé par Baddeley, 1986, 1992, 2000). La mémoire de travail est une capacité mnésique qui permet de stocker une information et de la manipuler sur un court laps de temps. Dans la version la plus récente du modèle de Baddeley, la mémoire de travail est composée d'un administrateur central qui met en relation trois sous-systèmes esclaves :

- le buffer épisodique, ou tampon épisodique, qui permet d'associer les informations de toutes les sources disponibles afin d'en renforcer la mémorisation ;

- le calepin visuo-spatial, qui consiste en une visualisation mentale répétée de l'élément visuo-spatial ;
- la boucle phonologique, qui consiste en une répétition mentale de l'élément verbal lu ou entendu.

La boucle phonologique et le calepin visuo-spatial ont un fonctionnement similaire, l'un pour les informations sonores, l'autre pour les informations visuelles. Ils consistent tous les deux en un stockage temporaire et un rafraîchissement de l'information pendant le temps nécessaire à son traitement.

La mémoire de travail intervient dans l'activité de lecture, et plus particulièrement la boucle phonologique. L'image mentale auditive du mot lu permet de récupérer le sens du mot stocké dans la mémoire sémantique (à long terme). Au niveau supérieur, l'image auditive de ce mot, stockée dans la boucle phonologique, va permettre d'envisager la phrase dans son ensemble, et ainsi de la comprendre.

1.1.1.3 *Capacités visuo-attentionnelles*

La lecture implique des capacités visuelles précises. La zone de la rétine où l'acuité visuelle est la plus précise, la fovéa, est très réduite en terme de surface. Pourtant, elle nous permet de lire lorsque nos yeux suivent les lignes de textes et fixent la fovéa sur les éléments du code écrit. Cette « promenade » oculaire, aussi appelée balayage, demande des capacités oculo-motrices et visuo-attentionnelles fines (Muneaux & Ducrot, 2014) :

- d'une part, la mobilité oculaire du lecteur doit pouvoir réaliser des progressions et régressions en saccades rapides ;
- d'autre part le point de fixation du regard doit être le plus optimal possible, dans ce que Muneaux & Ducrot (2014) appellent « la fenêtre attentionnelle » ou « l'empan perceptif ».

La vision étant le mode d'entrée exclusif de l'information lors de la lecture chez le lecteur voyant, des capacités visuo-attentionnelles préservées sont de ce fait indispensables à une perception efficace du code écrit.

1.1.1.4 Capacités de dénomination rapide (RAN)

La dénomination rapide s'appuie sur les capacités métaphonologiques, visuo-attentionnelles et mnésiques décrites ci-dessus, et sur l'automatisation de ces compétences. Concrètement, il s'agit d'une « mise en relation rapide et automatique entre un domaine symbolique [...] et le domaine phonologique. » (Castel *et al.*, 2008, p.415). Ce processus est commun à la dénomination rapide et à la lecture, puisque dans ces deux activités, les données de la mémoire sémantique sont mises en relation de manière automatisée avec la forme visuelle (graphique) et/ou la forme sonore (phonologique) des mots. C'est pour cette raison que cette capacité est fortement prédictive du niveau de lecture.

Les capacités métaphonologiques, la mémoire de travail, les compétences visuelles et la capacité de dénomination rapide présentées ci-dessus sont nécessaires à l'acquisition de la lecture dans les meilleures conditions possibles.

1.1.2 L'apprentissage de la lecture

Uta Frith en 1985 propose un modèle qui fait toujours référence à l'heure actuelle sur l'acquisition de la lecture et, parallèlement, de l'orthographe (Dehaene 2007, Delahaie, 2009). L'auteur scinde ce processus d'apprentissage en trois stades :

- Le premier stade est appelé « logographique » . L'enfant est capable de reconnaître un certain nombre de mots uniquement sur leurs caractéristiques visuelles (police, taille, couleur), sans prendre en compte l'organisation des lettres. Les enfants qui lisent très vite des noms de marques comme Coca-Cola® ou Carambar® illustrent bien ce stade. Il s'agit d'une lecture « photographique », mais qui est très limitée. En effet, des mots comme carabine ou chocolat, visuellement proches des deux cités précédemment et reprenant leurs codes visuels saillants, ne seront pas correctement lus, mais bien reconnus comme étant « carambar » et « coca-cola ».

L'enfant qui apprend à lire et à écrire est ainsi vite confronté à l'impossibilité d'écrire ce qu'il sait lire. Cette nécessité est à l'origine de l'entrée dans le second stade.

- Le deuxième stade est appelé « alphabétique ». Le début de ce stade coïncide avec la fin de la Grande Section de Maternelle et l'entrée au CP. À l'école, l'enfant acquiert la correspondance grapho-phonémique avec l'apprentissage explicite de l'alphabet². Pour que cette mise en rapport soit possible, il doit être capable de découper la chaîne parlée en phonèmes. Ces éléments linguistiques sont perçus et reconnus grâce aux capacités métaphonologiques, puis appariés aux graphèmes de la chaîne écrite. L'acquisition de cette correspondance permet à l'enfant d'encoder les mots qu'il veut écrire tout en se renforçant elle-même, puis d'utiliser cette compétence une fois qu'elle est parfaitement maîtrisée pour décoder les mots nouveaux qui lui sont proposés.

Le stade alphabétique voit s'automatiser la première stratégie de lecture : l'assemblage³. Cependant, cette voie de lecture n'est pas efficace pour lire les mots irréguliers, c'est-à-dire ceux qui ne respectent pas la correspondance grapho-phonémique de manière stricte. De ce fait, l'enfant qui apprend à lire est confronté à une nouvelle difficulté, qui va le pousser à atteindre le dernier stade.

- Le troisième stade est appelé « orthographique ». En lisant un certain nombre de mots irréguliers du français (tels que femme, oignon, etc.), l'enfant se rend compte de la limite du décodage grapho-phonémique. Au fur et à mesure de sa lecture et au fil des corrections données par l'adulte, l'enfant enregistre la forme visuelle des mots dans son stock orthographique interne. Une fois mémorisés de façon durable, les mots sont reconnus de manière globale lors de la lecture, sans avoir besoin de les décoder graphème par graphème, et le lecteur accède en même temps à leur représentation sonore et à leur dimension sémantique. Pour l'orthographe, c'est le processus inverse : à partir du sens du mot et de sa forme phonologique, stockés en mémoire à long terme, le scripteur accède à la forme graphique du mot. Ce stade correspond à l'acquisition de la stratégie d'adressage⁴.

2 Comme évoqué plus haut en sous-partie 1.1.1.1, p. 8-9

3 Décrite dans la sous-partie suivante, 1.1.3, p. 13

4 *Idem.*

Une fois qu'il a définitivement automatisé les stratégies d'assemblage et d'adressage et que son stock orthographique est suffisamment conséquent, l'enfant devient un lecteur dit expert.

1.1.3 Les stratégies de lecture

Le lecteur expert dispose de diverses compétences pour appréhender l'écrit : deux procédures de « bas niveau » citées ci-dessus, l'assemblage et l'adressage qui concernent l'identification des mots isolés, et des procédures de « haut niveau » de compréhension syntaxique et discursive (Sprenger-Charolles & Colé, 2013).

Les deux compétences de « bas niveau » sont nécessaires mais non suffisantes à la compréhension du langage écrit :

- la voie d'assemblage (aussi appelée voie phonologique ou voie indirecte, Barrouillet *et al.*, 2007) en lecture est le décodage de l'image visuelle du mot par le recours à la correspondance grapho-phonémique, la décomposition graphème par graphème du mot en phonèmes. En utilisant cette voie, le lecteur accède d'abord l'image sonore du mot, puis à sa dimension sémantique si ce mot fait partie de son lexique interne. Cette stratégie de lecture est utilisée par le lecteur expert pour lire les mots qui lui sont inconnus et les pseudo-mots.
- la voie d'adressage (aussi appelée voie lexicale, ou voie directe, Barrouillet *et al.*, 2007) est une reconnaissance globale du mot lu comme appartenant au lexique interne, avec un accès direct à sa dimension sémantique, parallèlement à sa dimension sonore. C'est la stratégie de lecture privilégiée par le lecteur expert, car elle lui permet de lire de façon rapide et efficace les mots qu'il connaît, avec un fort effet de fréquence, qu'ils soient réguliers ou irréguliers.

Les procédures d'assemblage et d'adressage sont à la base des modèles à deux voies qui décrivent les processus d'identification des mots écrits du lecteur expert (Sprenger-Charolles & Colé, 2013).

Les procédures de « haut niveau » regroupent :

- les connaissances métalinguistiques propres au lecteur, c'est-à-dire les règles de construction de la langue du locuteur, appliquées à la fois au niveau syntaxique et au niveau discursif. Elles permettent d'accéder à une compréhension textuelle ;
- les connaissances extra-linguistiques regroupant ses connaissances du monde, des phénomènes, des objets et de leurs noms. Ce sont des savoirs issus de la culture générale ;
- les compétences logiques, ou les connaissances des relations qu'entretiennent les objets entre eux, comme les liens de causalité, d'inclusion, de comparaison, etc.

Toutes ces stratégies sont à la disposition du lecteur expert lors de sa lecture. Il peut les utiliser selon les besoins de la situation, dans le but de comprendre le message.

Ces stratégies peuvent être inaccessibles à l'apprenti-lecteur, si une ou plusieurs fonctions pré-requises décrites plus haut sont déficitaires. C'est le cas dans les troubles spécifiques du langage écrit et de la dyslexie.

1.2 Les troubles spécifiques de la lecture ou dyslexie

Dans cette partie, il s'agit premièrement de rassembler les principales définitions des troubles spécifiques de la lecture ou dyslexie. Deuxièmement, nous en décrivons la symptomatologie de manière générale et troisièmement les principales classifications de ces troubles. Quatrièmement nous présenterons les hypothèses actuelles concernant les causes de ces troubles, et cinquièmement, nous résumerons les différentes approches de la rééducation de la dyslexie.

1.2.1 Définitions

Plusieurs ouvrages de référence décrivent les troubles spécifiques de la lecture :

- le *Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux* est la classification américaine de référence (DSM-5, 2013, mise à jour du DSM-IV, 1994).
- la *Classification Internationale des Maladies* (CIM-10, OMS, 1993-1996), sur laquelle s'aligne la *Classification Française des Troubles Mentaux de l'Enfant et de l'Adolescent* (CFTMEA R-2012, Misès, 2012).

Le DSM-5 regroupe la dyslexie avec la dysorthographe et la dyscalculie sous l'appellation de « troubles spécifiques des apprentissages », puisque ces trois pathologies sont très souvent associées en clinique (Jumel, 2015, en référence au chapitre *Highlights of Changes from DSM-IV to DSM-5*, APA, 2013). Selon la classification américaine, un individu souffre de troubles spécifiques des apprentissages :

- s'il présente depuis au moins six mois des difficultés isolées ou associées en lecture, en compréhension écrite, en orthographe, en expression écrite, en calcul et en raisonnement. Ces symptômes sont durables malgré une prise en charge spécifique ;
- si les performances constatées lors des tests standardisés sont fortement en-dessous de celles attendues compte tenu de l'âge et du niveau d'apprentissage ;
- même si les difficultés ne se manifestent que tardivement, à partir du moment où les exigences scolaires dépassent les capacités de l'enfant ;
- si ces troubles ne peuvent être expliqués par un déficit sensoriel, intellectuel, une lésion neurologique acquise, une carence éducative, pédagogique ou affective.

Le terme de dyslexie caractérise plus précisément les troubles spécifiques de l'apprentissage de la lecture, ou « la difficulté à reconnaître efficacement les mots, un mauvais décodage, et de mauvaises capacités d'orthographe. » (APA, 2013, p.37, traduction personnelle).

Dans la CFTMEA-R (Misès, 2012), les troubles spécifiques du langage écrit sont appelés « troubles lexicographiques ». Ils sont inclus dans les « troubles du développement et des fonctions instrumentales ». Les troubles lexicographiques regroupent les difficultés d'acquisition de la lecture et de l'orthographe et concernent « les enfants ayant l'âge habituel

d'accession à la lecture, en dehors de toute déficience intellectuelle ou sensorielle et de carence pédagogique notable. » (p.51-52). Ces troubles sont communément appelés dyslexie-dysorthographe lorsqu'ils perdurent au-delà des difficultés ordinaires qui concernent tous les apprentis-lecteurs.

La notion de « dyslexie isolée » décrit les troubles spécifiques de l'apprentissage de la lecture. En plus des erreurs phonologiques et des confusions grapho-phonémiques au niveau du mot, la classification française précise que des erreurs concernant le découpage et le rythme de la phrase sont également observées. La compréhension écrite, bien qu'entravée par les difficultés de décodage, est davantage préservée.

Aux troubles de la lecture s'ajoutent généralement des troubles de l'orthographe « persistant souvent à l'adolescence, même quand l'enfant a pu faire quelques progrès en lecture ». Tout comme la CIM-10, la CFTMEA-R 2012 n'exclut pas du tableau clinique de la dyslexie des antécédents de troubles de la parole et/ou du langage. Ces deux classifications mettent également l'accent sur les troubles émotionnels et comportementaux qui accompagnent les symptômes spécifiques décrits plus haut.

Le dictionnaire d'orthophonie (Brin *et al.*, 2011) résume succinctement les descriptions proposées par les différents ouvrages de référence. La dyslexie y est définie comme « l'ensemble des troubles spécifiques et durables qui se manifestent quand une personne (enfant ou adulte) est amenée à reconnaître (identifier) des mots écrits, lors de l'activité de lecture. Lorsque la personne est gênée quand elle doit produire des mots écrits, il s'agit de troubles dysorthographiques» (p.85). Cette définition met en avant l'aspect persistant des troubles (Bessac, 2013), puisqu'ils perdurent à l'âge adulte. Elle clarifie aussi le sens des termes dyslexie et dysorthographe : le premier concerne le versant réceptif du langage écrit et le second son versant expressif. Pour autant, ils sont rarement dissociés en clinique et donc souvent confondus par les non-professionnels.

Toutes ces définitions ont en commun un certain nombre de critères. Pour résumer, la dyslexie est un trouble (Bessac, 2013):

- spécifique ;
- durable ;
- affectant l'apprentissage et l'automatisation de la lecture ;
- en l'absence de tout déficit (sensoriel, intellectuel, éducatif, psychoaffectif) ou de toute lésion neurologique acquise pouvant expliquer les troubles.

Cependant, chacune de ces descriptions apporte son point de vue original :

- la CIM-10 et la CFTMEA-R 2012 estiment que le retard de parole et/ou de langage peut être un antécédent du trouble dyslexique, ce qui n'est pas mentionné dans le DSM-5 ;
- le DSM-5 précise que les difficultés peuvent passer inaperçues au début de l'apprentissage ;
- le critère de durabilité communément admis estime à un minimum de 18 mois le décalage entre les capacités de lecture attendues compte-tenu de l'âge et les capacités réelles. De son côté, le DSM-5 estime que le diagnostic peut être posé à partir de 6 mois d'antécédents de troubles d'apprentissage de la lecture⁵, ce qui remet en question la démarche diagnostique.
- la difficulté à percevoir le rythme de la phrase n'est évoquée que dans la CFTMEA-R.

Les définitions tendent toutefois à s'uniformiser. Les appellations telles que « troubles spécifiques des apprentissages » (DSM-5) et « troubles des fonctions instrumentales » (CFTMEA-R) semblent recouvrir une même réalité. La corrélation entre les troubles de la lecture, de l'orthographe et du raisonnement logico-mathématique paraît de plus en plus évidente et partagée par les ouvrages diagnostiques de référence.

5 Sous certaines conditions évoquées p. 15.

1.2.2 Manifestations des troubles dyslexiques

La dyslexie touche de 2% à 15% d'une classe d'âge⁶, soit environ un à deux élèves par classe. Nous présentons ci-après les symptômes observables chez les individus dyslexiques et les troubles généralement associés aux troubles spécifiques de la lecture.

1.2.2.1 *Symptômes*

C'est à l'école que les premiers symptômes se manifestent, comme l'évoque le DSM-5, à partir du moment où les exigences dépassent les capacités et les compensations de l'enfant. Ils sont repérés par les parents lors des devoirs et/ou les enseignants sur le temps scolaire.

L'enfant est décrit comme ayant du mal à entrer dans le langage écrit. Les devoirs sont effectués avec difficulté et dans un temps anormalement long. Sa lecture orale est lente, monocorde, hachée. Les erreurs de lecture sont très nombreuses et atypiques en comparaison avec celles que font les enfants de même âge et de même niveau d'apprentissage.

Les erreurs caractéristiques observées dans la lecture des sujets dyslexiques sont :

- des confusions auditivo-verbales (entre des phones phonétiquement proches tels que /t/ et /d/) et/ou visuo-orthographiques (entre des graphèmes visuellement semblables tels que b et d). Les tâches de lecture de pseudo-mots sont particulièrement pertinentes pour repérer ces erreurs, puisqu'il est impossible de recourir au sens du mot pour en déduire sa prononciation.
- des omissions de phonèmes, de syllabes, de mots, de segments de phrases ou de lignes de textes ;
- des changements de place et/ou des ajouts de phonèmes ou de syllabes dans un mot ;
- des erreurs de lexicalisation des pseudo-mots (par exemple : *acobrate* lu acrobate) et/ou de régularisation des mots irréguliers (par exemple : femme lu /fem/ »).

⁶ Les statistiques varient selon les études (Dehaenne, 2007 ; Jumel, 2015 ; Bessac, 2013, Barrouillet *et al.*, 2007).

Les troubles de la compréhension écrite se manifestent par des exercices partiellement effectués, des erreurs de lecture et des contresens, ainsi qu'un temps accru de réalisation d'une consigne écrite.

Cependant, on note un décalage sensible entre les performances particulièrement déficitaires du sujet dyslexique dès lors qu'il doit avoir recours au langage écrit, et des compétences normales, voire supérieures pour les autres activités.

1.2.2.2 *Troubles associés*

D'autres signes peuvent accompagner les symptômes cités ci-dessus. Comme évoqué dans le DSM-5, il est courant d'observer des troubles du calcul et du raisonnement logico-mathématique. Les troubles de l'orthographe sont aussi généralement associés aux troubles de la lecture. Cependant, il se pourrait qu'ils soient davantage un symptôme du trouble dyslexique qu'une pathologie distincte, car la dysorthographe n'a jamais été observée en clinique de façon isolée. Elle accompagne toujours un trouble dyslexique sous-jacent, même léger et compensé.

La CIM-10 et la CFTMEA-R 2012 complètent le tableau clinique de la dyslexie par des troubles associés de nature comportementale, affective et émotionnelle. Ils ne sont pas systématiques mais doivent absolument être pris en compte lors de la rééducation. Ces troubles d'ordre psychologique sont causés par le vécu des difficultés et de l'échec à apprendre à lire. Ils se manifestent par une dépréciation, perte de confiance en soi ou blessure narcissique, et peuvent mener à des situations de phobie scolaire, d'anxiété, de dépression, de troubles du sommeil, de troubles attentionnels avec ou sans hyperactivité (Soares-Boucaud Cheynel-Alberola & Georgieff, 2007 ; Barrouillet *et al.*, 2007). Ces signes aggravent parfois de façon dramatique le tableau clinique de la dyslexie.

À cela s'ajoutent des difficultés plus générales affectant l'orientation spatio-temporelle et/ou la capacité à s'organiser au quotidien, pour les devoirs, et pour des tâches ou procédures plus complexes (Bessac, 2013).

1.2.3 Classification des troubles

Les manifestations des troubles dyslexiques décrites précédemment varient en fonction des sujets, selon la nature des symptômes d'une part, et selon l'intensité des troubles d'autre part, comme présenté dans cette sous-partie.

1.2.3.1 *Selon la nature des symptômes*

Il existe trois principaux types de dyslexie : la dyslexie phonologique, la dyslexie de surface et la dyslexie mixte (Barrouillet *et al.*, 2007).

La dyslexie phonologique ou profonde (ou dyslexie dysphonétique de Boder, 1973), est la plus fréquente. Il s'agit d'un déficit phonologique à l'origine de l'incapacité à utiliser la voie d'assemblage de manière efficace. Le décodage et l'encodage des phonèmes et des graphèmes ne sont pas automatisés. Cependant, la voie d'adressage étant mieux préservée, l'accès au sens est possible, ce qui permet de compenser les difficultés.

La dyslexie de surface ou lexicale (ou dyslexie dyséidétique de Boder, 1973) est plus rare. La voie d'adressage est atteinte, alors que le décodage et l'encodage sont préservés. Les capacités métaphonologiques sont correctes, donc la lecture des mots réguliers est possible. Les mots irréguliers sont régularisés, et de manière générale l'accès au sens de l'énoncé est très limité. Le processus mis en cause dans la difficulté à construire le stock orthographique interne est sujet à débat. Perdrix (2016) pointe un déficit des capacités visuo-attentionnelles dans la dyslexie de surface. Il assimile la dyslexie visuo-attentionnelle à la dyslexie de surface. Néanmoins, Sprenger-Charolles & Colé (2013) estiment que ces troubles visuo-attentionnels seuls ne suffisent pas à expliquer les troubles de la lecture. Ces auteurs considèrent la dyslexie visuo-attentionnelle comme un trouble distinct de la dyslexie de surface, qui y est fréquemment associé, mais dont la rééducation relève davantage de l'orthoptie que de l'orthophonie.

La dyslexie mixte combine le déficit de la dyslexie phonologique et l'incapacité à utiliser la voie d'adressage évoquée pour la dyslexie de surface. La pauvreté du stock lexical, caractéristique de cette forme, peut cependant être expliquée par la difficulté à engrammer la forme visuelle et la forme auditive des mots écrits dans la mémoire sémantique, étant donné que le traitement de l'information verbale écrite est instable. Les formes mixtes de la dyslexie sont variables, car elles remplissent le continuum entre la dyslexie lexicale pure et la dyslexie phonologique pure.

1.2.3.2 *Selon le degré d'intensité*

Les signes et les conséquences des troubles spécifiques de la lecture varient selon leur intensité (Bessac, 2013) :

- les symptômes de la dyslexie légère peuvent être compensés de manière efficace en mettant en place des outils adaptés, en particulier dans le cursus scolaire, et ainsi permettre une scolarité et une vie socio-professionnelle ordinaire.
- les difficultés d'une dyslexie moyenne sont marquées dans une ou plusieurs disciplines à l'école. Les adaptations pédagogiques et les compensations au quotidien peuvent être nécessaires pour assurer une scolarisation et une insertion socio-professionnelle convenable.
- La dyslexie profonde nécessite une pédagogie adaptée pour l'acquisition de la lecture. Mais malgré la mise en place d'aménagements adaptés au quotidien et tout au long du cursus scolaire et socio-professionnel, les difficultés ne peuvent pas être entièrement compensées. La dyslexie à ce degré de sévérité touche environ 1% de la population dyslexique.

1.2.3.3 *Selon les manifestations du trouble sur la lecture*

Sprenger-Charolles & Colé (2013) proposent d'envisager les troubles dyslexiques selon deux critères : la précision et la vitesse de lecture. La précision renvoie au taux de mots correctement lus, tandis que la vitesse tient compte du temps de lecture. Une altération combinée ou isolée de la vitesse et/ou de la précision de lecture est un signe manifeste d'un trouble spécifique de la lecture. Ainsi, deux sujets ayant le même diagnostic de dyslexie

phonologique sévère, par exemple, peuvent avoir des effets différents. Il existe donc plusieurs profils au sein même des trois principaux types de dyslexie décrits plus hauts, selon si la lecture est plutôt lente, plutôt erronée, ou les deux à la fois.

1.2.4 Causes : hypothèses actuelles

Les symptômes de la dyslexie décrits plus haut⁷ manifestent des difficultés dans l'accès, l'utilisation et l'automatisation des stratégies du lecteur expert – la voie d'assemblage et la voie d'adressage. La recherche a mis en évidence une prédisposition génétique à la dyslexie. Cette découverte concorde avec les formes familiales observées en clinique (Soares-Boucaud, Cheynel-Alberola & Georgieff, 2007, Barrouillet *et al.*, 2007)). Cependant, le ou les déficits à l'origine des troubles spécifiques de la lecture n'ont pas été clairement démontrés.

Plusieurs hypothèses quant aux mécanismes cognitifs responsables des ces troubles ont été formulées :

- le déficit se situerait au niveau des capacités métaphonologiques, de la mémoire immédiate phonologique et de l'accès au lexique phonologique⁸ (Barrouillet *et al.*, 2007). Dans ce cas, la parole en tant qu'information verbale de nature sonore n'est pas traitée de manière efficace, à cause d'une organisation atypique des représentations phonologiques mentales, et/ou d'un déficit de la dimension phonologique de la mémoire à court terme et de la mémoire de travail. Les symptômes qui vont dans le sens de cette hypothèse sont les confusions auditivo-verbales, les erreurs en répétition de pseudo-mots ou de mots peu fréquents (Echenne, 2002), autrement dit les erreurs phonologiques. Une autre hypothèse, celle d'un déficit plus global du traitement du son, peut expliquer ces troubles phonologiques observés chez la plupart des sujets dyslexiques.
- le déficit se situerait au niveau visuo-attentionnel (Barrouillet *et al.*, 2007). Il peut être associé ou non aux troubles précédemment décrits. Dans cette situation, l'information visuelle n'est pas correctement traitée, en raison d'un trouble oculomoteur, d'un empan visuel réduit (Muneaux & Ducrot, 2014), ou encore

⁷ Partie 1.2.2.1, p. 18

⁸ Il s'agit d'un déficit des capacités phonologiques générales

d'une anomalie de la persistance rétinienne (Echenne, 2002). Les erreurs les plus courantes évoquant de tels déficits sont des confusions visuo-orthographiques, des omissions de mots ou de syllabes, des sauts de lignes, c'est-à-dire des erreurs « d'inattention » d'ordre visuel.

- le déficit de la dénomination rapide peut s'expliquer par les deux hypothèses précédentes, ou par un trouble plus global du traitement de l'information, qu'elle soit visuelle ou sonore (Castel *et al.*, 2008 ; Echenne, 2002). Qu'il s'agisse d'une cause ou d'une conséquence des déficits évoqués ci-dessus, les troubles observés manifestent un déficit d'accès au lexique visuel et phonologique d'entrée. Le principal symptôme de ce trouble est la lenteur d'évocation (en dénomination, en évocation lexicale et en lecture).

De nombreuses recherches se sont intéressées particulièrement à l'hypothèse d'un déficit phonologique comme cause principale de la dyslexie.

Au niveau neurologique, deux aires corticales semblent impliquées dans le traitement de l'information phonologique aussi bien à l'oral qu'à l'écrit. En effet, l'activité cérébrale du cortex préfrontal inférieur gauche (ou aire de Broca) et du sillon temporal supérieur gauche augmente conjointement à l'acquisition des capacités métaphonologiques. Or, ces capacités se développent précisément grâce à l'apprentissage de la lecture (Dehaene 2007).

Au niveau neuroanatomique, les techniques d'imagerie ont permis de dévoiler de minces anomalies :

- des ectopies⁹ corticales dans les zones citées ci-dessus ;
- une symétrie des planum temporaux¹⁰.

Elles semblent être à l'origine d'une désorganisation neuronale qui nuit à la connectivité des neurones impliqués dans la lecture. À l'imagerie, cela se manifeste par une sous-activation du lobe temporal gauche chez les dyslexiques (Dehaene 2007). D'autres observations au niveau neurobiologique ont été réalisées par Hyafil *et al.* (2015a, 2015b) et

⁹ Anomalies du cortex, résultant de la migration défectueuse des neurones.

¹⁰ Les planum temporaux sont asymétriques chez les normolecteurs.

ont étudié les oscillations neurales du cortex auditif gauche, impliqué dans le traitement du langage. Ces recherches ont mis en évidence que ces oscillations se synchronisent entre elles sous forme d'ondes, et s'alignent sur les paramètres rythmiques de la parole, alors qu'elles sont anarchiques en l'absence de stimulation. Elles sont de deux types et sont directement corrélées à la perception du langage oral, puisque :

- les premières, les ondes thêta, durent en moyenne de 150 à 250 millisecondes, pour une fréquence de 4Hz. Ces paramètres correspondent à la structure syllabique de la parole.
- les secondes, les ondes gamma, durent en moyenne 25 à 35 millisecondes, pour une fréquence comprise entre 30 et 40 Hz. Ces paramètres correspondent au découpage phonémique de la parole.

Ces oscillations de nature rythmique manifestent la mise en activité des neurones en réaction à la parole. Leurs pics fréquentiels lors de l'écoute du message oral montrent en fait que le maximum de l'activité neurale est concentré sur les éléments métaphonologiques les plus pertinents du flux sonore. Cependant, le cerveau du sujet dyslexique présente des anomalies de la synchronisation rythmique des oscillations neurales sur la parole. Alors que les ondes thêta sont typiques, la fréquence des ondes gamma produites par les neurones du cortex auditif gauche n'est pas alignée sur le rythme des attaques et des codas des syllabes. L'hypothèse avancée par l'équipe de Hyafil *et al.* (2015a, 2015b) est que le flux de parole ne serait pas découpé de la façon la plus efficace possible par les mécanismes cérébraux du cortex auditif gauche. Ce découpage atypique en unités trop petites causerait une surcharge de la mémoire phonologique et un trouble de la perception des unités phonologiques. N'étant pas correctement perçues, elles ne peuvent pas être catégorisées de manière typique, ce qui expliquerait la désorganisation des représentations phonologiques évoquée plus haut.

La dyslexie est à l'heure actuelle une pathologie dont l'étiologie n'est pas clairement déterminée. Plusieurs mécanismes très différents sont mis en jeu dans l'acte de lire, et chacun d'entre eux peut être plus ou moins déficitaire. Une hypothèse très récente pourrait expliquer la diversité des processus cognitifs atteints dans la dyslexie : elle met en avant un déficit global du traitement du rythme, qui affecterait à la fois les capacités d'attention sélective, mais

aussi les capacités de traitement temporel de l'information (Bedoin, 2016). Un tel déficit pourrait expliquer la multitude de difficultés que présentent les sujets dyslexiques au niveau visuel, auditif et moteur, de manière spécifique ou multimodale. Cette hypothèse n'exclut donc pas le déficit phonologique présenté ci-dessus, mais le combine avec l'hypothèse d'un déficit visuo-attentionnel. Ces deux déficits peuvent être considérés comme des symptômes d'une seule atteinte plus globale des mécanismes attentionnels et de traitement temporel de l'information, à la base des capacités rythmiques.

1.2.5 Prise en charge orthophonique des troubles dyslexiques

La rééducation de la dyslexie est une prise en charge orthophonique très courante. Il existe plusieurs façons de l'appréhender, que nous détaillerons dans cette sous-partie : d'une part les approches rééducatives des troubles dyslexiques, et d'autre part les principes de base d'une rééducation « classique ».

1.2.5.1 *Approches thérapeutiques*

Trois grands types de prise en charge sont relevées dans le cadre de la rééducation de la dyslexie (Launay, 2016 ; Lederlé, 2013, Van Grunderbeek, 1997) :

- l'approche symptomatique est centrée spécifiquement sur les difficultés du sujet. Elle consiste en une série d'exercices analytiques, suivant une progression du plus simple au plus complexe, dont l'objectif est d'apprendre au patient les règles de correspondance grapho-phonémique, de les entraîner et enfin d'automatiser leur utilisation pendant la lecture. La méthode Borel-Maisonny (Silvestre De Sacy, 1999) entre par exemple dans ce cadre ;
- l'approche psychothérapeutique ou à orientation psychothérapeutique met le patient au centre de la prise en charge. Les troubles de la lecture sont considérés comme des signes d'une perturbation affective ou psychologique plus profonde. L'objectif de cette approche est de donner au patient l'occasion de s'exprimer librement, et par sa relation avec le thérapeute, d'investir sa propre relation avec le langage écrit. C'est par exemple la méthode des associations de Chassagny

(1977) ;

- l'approche mixte combine la prise en charge spécifique des symptômes tout en mettant le relationnel du patient au centre de sa rééducation. Alors que les deux premières approches ont été décrites, la tendance actuelle en terme de prise en charge est de les allier pour une meilleure efficacité. L'approche langagière d'Estienne (1985) est une des nombreuses thérapies qui entrent dans ce cadre.

Diverses méthodes et thérapies ont été mises au point par des orthophonistes, des neurologues, des neuropsychologues ou des enseignants pour tenter de réduire les troubles dyslexiques. Plusieurs techniques peuvent être associées selon le cadre théorique choisi par le professionnel. Il existe encore peu de recherches mettant objectivement en évidence l'efficacité de ces méthodes et thérapies qui sont souvent jugées de façon empirique (Touzin, 2013, Barrouillet *et al.*, 2007, Lobier & Valdois, 2009).

1.2.5.2 *Principes de base de la prise en charge orthophonique*

L'objectif principal de la prise en charge est de permettre au patient d'acquérir une lecture efficace, fonctionnelle et autonome au niveau de la compréhension, quels que soient les symptômes. Pour pouvoir accéder au sens des mots lus, il est nécessaire que la voie d'assemblage et la voie d'adressage soient maîtrisées.

La rééducation de la voie d'assemblage est une étape indispensable dans la rééducation de la dyslexie phonologique (Touzin, 2013) :

- elle débute par l'entraînement de la conscience phonologique. Des tâches d'attention auditive, de discrimination de sons non-langagiers et langagiers, et des exercices entraînant la mémoire de travail phonologique sont proposées pour améliorer la perception auditive générale. Puis, toujours pour entraîner les capacités métaphonologiques, l'orthophoniste propose des exercices spécifiques de découpage phonémique et syllabique, de substitution, d'omission et d'addition volontaire. Le but est de faire prendre conscience des sons du langage à l'enfant, et de parvenir à les lui faire manipuler.
- ensuite, elle consiste en un renforcement de la correspondance entre les phonèmes

et les graphèmes qui est enseignée à l'école. En proposant à l'enfant des moyens mnémotechniques, des indices visuels, gestuels ou sémantiques, l'orthophoniste permet à l'enfant de mémoriser et d'automatiser cette correspondance.

- puis l'accent est mis sur la fusion syllabique et phonémique, afin que les compétences acquises précédemment soient généralisées et automatisées, et que le décodage soit fluidifié.
- enfin, une fois la procédure de décodage améliorée, le patient est entraîné à mettre en relation rapidement la forme phonologique des mots qu'il lit avec la forme phonologique des mots de son lexique interne. L'accès au sens n'est possible que lorsque la voie d'assemblage est maîtrisée.

La rééducation de la voie d'adressage est indispensable dans le cadre de la prise en charge de la dyslexie de surface, puisque c'est précisément cette voie de lecture qui est déficitaire, que l'origine du trouble soit visuo-attentionnelle ou autre. Mais cette rééducation entre également dans le cadre de la prise en charge de la dyslexie phonologique, puisque la voie d'adressage, si elle est efficiente, est un excellent moyen de compenser les difficultés d'assemblage.

Les étapes de cette rééducation sont les suivantes (Touzin, 2013) :

- au préalable, l'orthophoniste s'assure de l'intégrité des capacités visuelles et occulo-motrices. Si besoin est, il oriente le patient vers un ophtalmologiste et/ou un orthoptiste pour corriger la vue et rééduquer la motricité des yeux. Des exercices supplémentaires orientés vers l'activité de lecture sont proposés par l'orthophoniste, comme des tâches de comparaison d'image ou de séquence, de recherche d'items identiques, de repérage et la segmentation d'items-cibles dans une suite (pictogrammes, symboles, lettres, mots, etc.), afin d'entraîner l'exploration et le balayage visuel.
- l'augmentation du stock orthographique interne est mise au centre de la rééducation de la voie d'adressage. Il s'agit de confronter l'enfant aux représentations graphiques des mots pour que, à force de les rencontrer, elles se fixent définitivement en mémoire à long terme. Pour ce faire, le thérapeute peut

proposer des exercices de lecture flash, de repérage de mots-cibles, ou des jeux de cartes utilisant des listes fermées de mots. Un autre moyen de faciliter la mise en mémoire des mots irréguliers est la méthode visuo-sémantique de Valdois (2003), qui peut aisément être adaptée à chaque patient. Le patient détecte la particularité orthographique d'un mot irrégulier qui lui est proposé, et après en avoir appris le sens, il illustre cette particularité avec un dessin de son choix. C'est un moyen mnémotechnique efficace dans la mesure où il fait appel au sens du mot, et fait le lien avec sa forme orthographique.

- l'utilisation de la morphosyntaxe permet également de compenser le stock orthographique réduit. Reconnaître les affixes et les racines des mots, connaître la signification de ces morphèmes et être capable de les segmenter entre eux est un moyen efficace de mettre du sens sur les mots et de les organiser dans le lexique interne. Ainsi, cela en facilite la mémorisation d'une part, et cela permet d'analyser les mots inconnus par analogie pour en déduire le sens ou la nature. Les exercices proposés mettent en jeu des listes de mots à catégoriser par analogie ou par famille, des mots à dériver ou à inventer à partir de morphèmes connus (Brèthes & Bogliotti, 2012).
- un travail centré sur la capacité de dénomination rapide permet d'améliorer l'accès au mot, d'accélérer le traitement de l'information visuelle et ainsi de rendre la lecture plus fluente. Au préalable, il faut que les procédures de décodage soient automatisées. Là encore, l'orthophoniste proposera des tâches de lecture flash de listes de mots appartenant au même champ sémantique.
- enfin, et comme pour la rééducation de la voie d'assemblage, le dernier temps de la prise en charge est dévolu à l'accès au sens, et plus particulièrement la généralisation des automatismes et l'utilisation autonome des stratégies de lecture mis en place précédemment.

Une fois que ces deux voies sont maîtrisées ou au moins efficacement compensées, la lecture devrait être efficace et fonctionnelle, sauf si le patient présente des troubles associés de compréhension syntaxique, ou des troubles du raisonnement¹¹. Dans ce cas, les difficultés ne sont pas considérées comme spécifiques à la lecture, puisqu'elles concernent également le

11 L'un est souvent à l'origine de l'autre.

langage oral (Maeder, 2016). Si elles sont présentes, ces difficultés doivent faire également l'objet d'une rééducation orthophonique qui ne concernera pas seulement la modalité écrite du langage.

Les activités proposées sont adaptées au patient en fonction de son âge, de ses capacités et des objectifs thérapeutiques réalistes fixés au terme du bilan initial. Il faut tenir compte à la fois des capacités déficitaires à améliorer, et des capacités préservées sur lesquelles s'appuyer pour compenser les troubles.

Chaque orthophoniste peut choisir les outils qui lui conviennent pour rééduquer les troubles dyslexiques. Ils peuvent prendre la forme de jeux, d'ateliers de création, d'exercices analytiques, d'entraînements, etc. Il est important de proposer au patient des moyens de compensation multimodaux choisis en fonction de ses capacités propres. L'ajout de codes couleur, de pictogrammes ou de dessins, permet de renforcer la perception et la compréhension au niveau visuel. Les gestes et les mimes renforcent le message au niveau gestuel et kinesthésique. L'épellation permet d'ajouter des indices auditivo-verbaux aux représentations graphiques des mots (Touzin, 2013).

Le rôle de l'orthophoniste dans cette rééducation est de :

- proposer des activités adaptées aux capacités du patient, tout en variant les contraintes, c'est-à-dire personnaliser la prise en charge en fonction du patient (Van Grunderbeek, 1997). Le thérapeute cherchera à se trouver le plus près possible de la zone proximale de développement décrite par Vygotsky *et al.* (1985), pour que l'enfant parvienne à effectuer avec l'aide de l'adulte ce qu'il n'aurait pas pu accomplir seul ;
- mettre le patient dans des situations proches de celles auxquelles il est confronté dans sa vie quotidienne, de façon à ce que les capacités fonctionnelles soient transférées hors du champ de l'orthophonie ;
- donner ou redonner au patient le plaisir des mots, et lui donner l'occasion de s'exprimer sur ses difficultés, ses progrès, en étant à son écoute ;

- rendre l'enfant acteur de sa rééducation, en valorisant ses productions et en les étayant de manière spécifique (Léderlé, 2013), mais aussi en lui faisant prendre conscience des capacités préservées et déficitaires qu'il met en jeu lors d'une tâche cognitive (Launay, 2016).

Malgré la prise en charge, les patients ne parviennent pas toujours à compenser leurs troubles de manière autonome. C'est pour cela que des outils et des adaptations leur sont proposés dans la vie scolaire et quotidienne, pour pallier ces difficultés persistantes. L'avènement de l'ère informatique a apporté aux patients dyslexiques bon nombre de logiciels de synthèse vocale permettant de contourner les difficultés de lecture pour accéder avant tout au contenu des textes. À l'école, ces logiciels, ou le recours à des secrétaires lors des exercices ou épreuves, évitent que les élèves concernés soient pénalisés lors des contrôles de connaissance ou de compréhension de texte. Au quotidien, la synthèse vocale leur donne un accès facilité à la littérature et à l'information (Touzin, 2013).

La difficulté de la prise en charge de la dyslexie réside dans la subtilité de l'équilibre à trouver, comme le résume Touzin (2013) :

- entre les attentes du patient (et de ses parents), les exigences scolaires et les objectifs thérapeutiques du rééducateur ;
- dans la hiérarchisation des objectifs thérapeutiques ;
- entre l'acquisition durable des compétences et leur compensation fonctionnelle ;
- entre les spécificités de la rééducation et la généralisation des acquis vers la pédagogie ;
- entre le temps dévolu à la prise en charge, le temps scolaire et la vie quotidienne de l'enfant.
- entre le plaisir et la difficulté de lire et d'apprendre.

2 Rythme et Langage

2.1 Théories du rythme

La notion de rythme concerne un certain nombre de domaines, de la biologie à la sociologie, en passant par l'astronomie, la philosophie et les arts. Les définitions du rythme sont multiples et varient en fonction des disciplines (ce que déplore Meschonnic en 1974). De manière globale, il est difficile de formuler une définition précise et unitaire du rythme. Benveniste (1966) met en lumière deux conceptions opposées du rythme :

- d'un côté, il s'agit d'un phénomène naturel sur lequel l'être humain s'est appuyé pour se construire de façon harmonieuse ;
- de l'autre, c'est une invention de l'être humain pour caractériser le monde selon sa propre perception du temps en séquences.

Depuis 2010, la plate-forme internationale et transdisciplinaire Rhuthmos s'est donné pour mission de rassembler les recherches sur le rythme dans tous ces domaines, pour en faire émerger une notion unifiée.

Selon une définition générale reprise par Pierre Sauvanet (2016), le rythme doit compter au moins deux des trois caractéristiques suivantes :

- une structure, c'est-à-dire l'organisation spatio-temporelle des parties d'un ensemble ;
- une périodicité, correspondant au retour prévisible d'un élément ;
- un mouvement, à savoir le déplacement dans l'espace, la variation perceptible dans le temps.

Sauvanet (2016) définit et illustre chaque association ainsi :

- la combinaison d'une structure et d'une périodicité sans notion de mouvement correspond par exemple au rythme de la poésie en vers. Il s'agit ici du retour régulier d'un ou plusieurs phonèmes sous forme de rimes, respectant un cadre imposé par le nombre de pieds ;
- l'association d'une structure et d'un mouvement sans périodicité correspond au rythme qu'on peut observer dans certains morceaux musicaux et chorégraphiques contemporains dans lesquels aucun motif rythmique ne semble se répéter, alors que la sensation de rythme est réelle. Il semblerait dans ces cas-là que, malgré l'absence de périodicité, la structure associée au mouvement sonore ou physique suffise à créer le rythme ;
- la combinaison d'une périodicité et d'un mouvement sans cadre structurel est le type de rythme qui comprend les cycles astronomiques et biologiques tels que les saisons, les marées, le rythme cardiaque, etc. Ces rythmes naturels sont facilement sujets aux irrégularités, aux décalages, d'où leur absence de structure. Ce sont des cycles dynamiques non soumis à un cadre spatio-temporel fixe.
- l'association des trois caractéristiques de structure, périodicité et mouvement forment un « archirythme » illustré par l'auteur comme « dans l'espace, d'une architecture qui travaille la ligne droite et la récurrence de certains motifs avec une dynamique de la ligne courbe ou, dans le temps, d'une improvisation proprement rythmique à partir d'un schéma cyclique donné. » (Sauvanet, 2016, p.3)

En résumé, le rythme est la répétition cyclique d'une séquence dynamique d'actions inscrite dans une temporalité. Quant à la mesure, c'est l'unité temporelle qui correspond à l'intervalle compris entre deux éléments répétés de façon rythmée. Chaque élément marque à la fois la fin d'une mesure, et le début d'une autre (Pierson, 1884).

2.2 Le rythme linguistique

Tous les auteurs s'accordent à dire que le rythme linguistique a une structure complexe

(Sauvanet 2016, Bourassa 2011, Bigot & Sadoulet, 2012, Meschonnic, 1974, Benveniste, 1966), par opposition à une structure binaire ou ternaire de type temps-fort/silence ou temps-fort/temps-faible/silence. La chanson, la poésie, la parole spontanée et la lecture à haute voix sont quatre aspects distincts qui illustrent bien la richesse rythmique du langage. Les recherches menées dans ces quatre domaines s'alimentent les unes les autres, bien qu'elles diffèrent sur certains points.

C'est d'abord grâce à l'étude du rythme de la poésie et de la chanson que les premières réflexions sur le rythme linguistique ont vu le jour, depuis Platon et sa célèbre « manière particulière de fluer ». En chant et en poésie, le rythme et la mesure qui caractérisent une langue sont utilisés comme des outils au service de l'esthétique, alors que dans la parole spontanée, le rythme et la mesure sont des paramètres échappant au contrôle volontaire. C'est certainement pour cela que les rythmes du discours poétique et de la parole chantée ont longtemps été opposés à l'absence apparente de rythme du discours spontané. Quant à la langue écrite, elle présente ses propres particularités discursives.

En chant, le rythme et la mesure sont des paramètres musicaux sur lesquels la langue doit s'aligner. Selon les cultures et les courants artistiques, la langue chantée obéit au rythme et à la mesure que lui impose la musique, ou bien elle suit la dynamique rythmique et métrique de la langue parlée, ce qui laisse au chanteur une plus grande liberté d'interprétation.

En ce qui concerne le rythme poétique, plusieurs approches ont alimenté la recherche :

- d'un côté, des auteurs l'envisagent de la même manière que le rythme musical. Il s'agit du domaine de la métrique (Mazaleyat, 1974 ; Pierson, 1884) ;
- de l'autre, des auteurs comme Meschonnic (1974) et Benveniste (1966) le considèrent de façon plus globale, au niveau syntaxique, discursif, sémantique, et même historique. Nous ne prendrons pas en compte cette dernière dimension du rythme du langage, car elle ne concerne pas le domaine de l'orthophonie au même titre que la syntaxe, le discours et la sémantique.

Dans l'approche métrique, comme le souligne Jean Mazaleyat (1974), le rythme poétique est une sensation qui naît du retour régulier des accents dans la phrase. Ces accents sont portés par les pieds, un pied correspondant à une syllabe prononcée. Le nombre de pieds dans un vers permet de quantifier la mesure. Cette observation s'applique à la métrique linguistique en général, puisque d'une part elle est également basée sur ce principe, le « syllabisme » et que d'autre part la syllabe soutient également l'accentuation dans la parole courante.

Le syllabisme considère que l'unité rythmique du langage est la syllabe. Mais pour qu'elle puisse être considérée comme telle, il faudrait qu'elle soit stable et invariable. Or ce n'est pas le cas, car la syllabe varie en temps, en traits phonologiques, selon son accentuation et son voisinage phonologique (Mazaleyat 1974). C'est au niveau infra-syllabique que se trouve l'élément stable : il s'agit de la voyelle. Dans un énoncé, il y a autant de syllabes qu'il y a de voyelles. Cette correspondance est communément admise par les linguistes (Mazaleyat, 1974 ; Pagel, Madeleni & Wioland, 2012, Di Cristo, 2003). Le noyau vocalique est indispensable. Il peut constituer une syllabe à lui seul ou en étant complété par les sons consonantiques qui composent l'attaque et la coda (De Boysson-Bardies, 1996). C'est l'unité par excellence du langage, puisqu'il est présent dans toutes les langues. Il supporte à la fois la mélodie et la syllabe dont il est l'élément de base.

L'accentuation, qui dépend du rythme linguistique, est un paramètre très fluctuant selon les langues. À ce niveau, le français pose particulièrement problème aux apprenants non francophones. En effet, la place de la syllabe accentuée semble varier selon les principes phonétiques et syntaxiques de la langue (Mazaleyat, 1974). C'est une particularité linguistique que Pagel, Madeleni & Wioland (2012) appellent « l'originalité du rythme à la française » : « [...] l'absence d'accent lexical empêche le retour plus ou moins régulier d'une syllabe marquée « à l'oreille » comme dans beaucoup de langues. » (p.82) Cette absence d'accent lexical s'explique en fait par la nature articuloire et non mélodique de l'accentuation du français.

Pour lever les ambiguïtés, il convient de distinguer la mise en relief mélodique et l'accentuation (Pagel, Madeleni & Wioland, 2012). En français, la mise en relief distingue une ou plusieurs syllabes en fonction des paramètres d'intensité et de hauteur, alors que l'accent

se traduit par un allongement de la dernière syllabe¹², et surtout par une netteté accrue de l'articulation de cette même syllabe. La dernière syllabe d'un groupe rythmique est la plus importante de la phrase française (Wioland, 1991, Di Cristo, 2003). Même si elle peut varier en hauteur et en intensité, elle est toujours d'une durée supérieure aux précédentes. Elle est également toujours parfaitement articulée, ou pour reprendre les mots de Wioland (1991) : « *énergique et tendue.* » (p.44).

Pour résumer l'approche métrique :

- d'un côté, les phonèmes (qui constituent le noyau vocalique, l'attaque et la coda), et le découpage syllabique des mots forment la structure syllabique ;
- de l'autre, les paramètres de l'intonation tels que la hauteur, l'énergie articulatoire, la durée d'émission vocalique, font partie de la prosodie ;
- la prosodie et la structure syllabique sont des constituants de la phonologie. La métrique linguistique étudie donc le rythme phonologique d'une langue.
- en français, le dernier élément d'un groupe phonologique est le plus important. Mais ce n'est pas le cas dans toutes les autres langues.

Au niveau syntaxique et discursif, le rythme du français fonctionne sur un principe similaire : l'élément mis en valeur dans la phrase est toujours le dernier élément d'une unité rythmique (Wioland, 1991). Ces unités sont délimitées à la fois par des aspects sémantiques, syntaxiques, discursifs et expressifs.¹³ La mise en valeur du dernier segment se traduit par des pauses jalonnant le discours. Lucci (1983) en dénombre trois types :

- les pauses syntaxiques manifestent une décomposition de la chaîne parlée en unités linguistiques signifiantes, comme les pauses de ponctuation par exemple ;
- les pauses non-syntaxiques ou « non naturelles » ne se trouvent ni en fin de phrase, ni en fin de syntagme. Elles rompent la suite des éléments syntaxiques ;

12 La structure rythmique est ici de type iambique : la syllabe la plus longue est considérée comme terminale d'une paire. Elle fait opposition au type trochaïque, où la syllabe la plus forte est considérée comme la première (Allen, 1975)

13 Les aspects discursifs et expressifs, ainsi que les facteurs personnels et émotionnels, sont des variables socio-situationnelles qui appartiennent au domaine de la pragmatique du langage.

- les pauses sonores sont des pauses vocalisées par l'allongement anormal d'une syllabe, d'un phonème, ou par une interjection marquant l'hésitation.

Ces pauses segmentent la chaîne parlée, qu'elle soit lue ou spontanée. Elles peuvent :

- soit renforcer la compréhension sémantico-syntaxique lorsqu'elles sont placées à la fin des unités significatives ;
- soit entraver cette compréhension. C'est le cas pour les pauses non naturelles.

Lucci (1983) met en évidence que la lecture à haute voix et la parole spontanée ou dirigée possèdent leurs propres particularités rythmiques :

- la lecture à haute voix implique un nombre plus élevé de syllabes par groupes rythmiques (6 en moyenne), qu'en parole seule (entre 3 et 4) ;
- le débit (syllabes par secondes) est accéléré en lecture par rapport à la parole spontanée¹⁴ ;
- les pauses dans la lecture à voix haute sont plus régulières que dans la parole.

L'oreille française est donc habituée à traiter le dernier segment de manière préférentielle, car c'est celui qui porte l'essentiel de l'information linguistique. C'est aussi bien le cas au niveau phonologique qu'au niveau syntaxique et discursif.

Il est intéressant de comparer le rythme du français à celui d'autres langues. Comme évoqué plus haut, l'accent à la française semble être singulier. Ramus en 1999 s'appuie sur les travaux des chercheurs qui ont tenté avant lui d'établir une classification des langues selon leurs paramètres rythmiques (James, 1940, Pike, 1945, Abercombie, 1967, Ladefoged, 1975, in Ramus 1999). Ont émergé de ces divers travaux trois classes rythmiques :

14 Lucci (1983) observe par ailleurs que dans ces différents types de production, la longueur moyenne des syllabes dans un groupe rythmique est inversement proportionnelle à la vitesse d'élocution. Les groupes rythmiques longs ont tendance à être accélérés, allant parfois du simple au double. À l'inverse des groupes rythmiques courts qui sont plutôt prononcés de manière ralentie. Le locuteur tend naturellement à « l'isochronisme » (également admis par Wioland, Pagel & Madeleni, 2012 ; Wioland, 1991).

- les langues accentuelles sont rythmées par le retour de l'accent tonique. Sa place dans l'énoncé est généralement déterminée par la structure syllabique. C'est le cas par exemple de l'anglais ou de l'arabe ;
- les langues syllabiques, dans lesquelles l'accent est indépendant de la structure syllabique. Leur unité rythmique est la syllabe, c'est le cas de l'italien et du français ;
- les langues moraïques basées sur la more¹⁵, comme le japonais.

Ramus (1999) reprend et enrichit cette classification d'après des recherches récentes qui mettent en évidence les particularités rythmiques du polonais et du catalan. En effet, ces langues dites « intermédiaires » possèdent à la fois les caractéristiques des langues accentuelles (la réduction vocalique des syllabes non-accentuées) et celles des langues syllabiques (une structure syllabique simple indépendante de l'accent). (Dauer, 1987 ; Nespor 1990 ; in Ramus 1999).

Ces classes rythmiques sont déterminantes pour l'acquisition du langage et de la langue maternelle selon Ramus (1999), puisqu'elles sont discriminées dès la naissance par les très jeunes enfants. Les nouveaux-nés sont capables de faire la différence entre deux langues si elles ne partagent pas les mêmes paramètres rythmiques. Cette capacité de discrimination des langues tend à s'affiner au fur et à mesure que l'enfant est exposé à sa langue maternelle. En grandissant, il devient capable de reconnaître les particularités rythmiques fines de sa propre langue lorsqu'elle est opposée à une langue étrangère, indépendamment de sa classe. Cette spécialisation se fait au détriment de la perception du rythme des autres langues.

Au final, le rythme du français semble particulier aux locuteurs non-francophones qui apprennent cette langue. La singularité du français se manifeste en comparaison de leur propre langue maternelle. Toutes les langues ont leurs propres caractéristiques spécifiques, tant au niveau de la prosodie qu'au niveau du découpage syllabique. De façon générale, le rythme du langage est caractérisé par :

15 La more est une subdivision du noyau vocalique en temps brefs de durée équivalente. Une syllabe longue compte au moins deux mores, tandis qu'une syllabe courte n'en compte qu'une.

Par exemple, Tōkyō (prononcer « to-o-kyo-o ») compte 4 mores ; dōmo (prononcer « do-o-m-o ») en compte 3.

- une structure phonologique propre à chaque langue qui peut s'appuyer sur la syllabe, la more ou l'accent tonique ;
- le retour des unités phonologiques accentuées, mais dont la périodicité peut être soumise à quelques irrégularités ;
- la nature de l'accentuation, qui peut être une variation de la hauteur, de l'intensité, de la durée et/ou de la précision articulatoire. C'est le mouvement prosodique.

Selon Dasher et Bolinger (1982), le rythme est une propriété linguistique dérivée des autres propriétés phonologiques. De son côté, Dauer (1987) estime que le rythme est la somme des paramètres phonologiques. Il est clair que le rythme et la phonologie sont corrélés, mais il est difficile de déterminer dans quelle mesure l'un dépend de l'autre.

Le rythme linguistique est également observable au-delà du niveau phonologique (Di Cristo, 2003) :

- au niveau syntaxique et sémantique, il s'agit de la récurrence des morphèmes, des lexèmes et des pauses syntaxiques au sein d'une phrase, comme expliqué plus haut.
- au niveau discursif, c'est la récurrence des pauses, des lexèmes utilisés, des constructions syntaxiques et des thèmes abordés au sein d'une situation d'énonciation globale. Le rythme discursif varie d'une part selon les intentions et l'état émotionnel du locuteur, et d'autre part selon les variables socio-situationnelles (les conditions de production de l'énoncé).

Ces deux niveaux dépendent des caractéristiques rythmiques phonologiques, de ce fait leur organisation dépend de la langue. Même si les paramètres phonologiques d'une langue ne sont pas généralisables au niveau du langage, elles sont de bons indicateurs de la structure rythmique sous-jacente.

Comme l'a soulevé Meschonnic (1974), il n'y a pas un, mais plusieurs rythmes. Dans le domaine de la linguistique, ils se manifestent à trois niveaux : phonologique, syntaxique et discursif. De plus, ils concernent aussi bien la langue poétique que la langue chantée, la langue parlée et la langue lue.

Le rythme du langage varie aussi selon la manière dont il est utilisé. Pour travailler le rythme linguistique de la façon la plus générale possible, il semble alors préférable d'éliminer les paramètres verbaux. Il s'agit de ne cibler que ce qui est commun à toutes les langues, et qui est également commun à la musique : le rythme et la mesure.

2.3 La perception des paramètres rythmiques

2.3.1 Le traitement séquentiel et le traitement temporel

Le rythme est une séquence dynamique organisée dans le temps, son traitement cognitif est donc de nature séquentielle. Ce traitement séquentiel s'oppose au traitement simultané de l'information.

- d'un côté, le traitement séquentiel (localisé dans les aires fronto-temporales, Luria, 1966) décompose le flux d'information en séquences respectant un certain ordre (Goldstein & Reynolds, 2003).
- de l'autre, le traitement simultané (localisé dans les aires occipito-pariétales, Luria, 1966, in Goldstein & Reynolds, 2003) est la capacité à assembler plusieurs informations en un tout.

Ces deux procédures composent, avec la planification et l'attention, le Modèle PASS (Joseph, McCachran & Naglieri, 2003¹⁶). Selon ces auteurs, ces deux modes de traitement de l'information, loin de s'opposer, sont complémentaires.

Puisque les séquences sont des successions d'éléments dans le temps, il y a une forte imbrication entre le traitement temporel et le traitement séquentiel de l'information. Chaque élément d'une chaîne séquentielle est lié aux éléments qui l'entourent temporellement, en particulier celui qui précède (Burgess & Hitch, 1999). En fait, si on se réfère aux travaux cités ci-dessus, l'ordre de traitement des éléments en mode séquentiel est de nature temporelle en ce qui concerne le son et le geste. Ces deux notions nous intéressent tout particulièrement puisque leur nature temporo-séquentielle les rend reproductibles dans le temps, et donc

¹⁶ Le modèle PASS est basé sur les travaux de Luria (1966).

« rythmiques ». De plus, ces deux dimensions sonores et gestuelles sont partagées par les processus de perception de la musique et de la parole.

2.3.2 La perception des rythmes de la musique et de la parole

Le traitement temporo-séquentiel du son s'applique au traitement au langage (Burgess & Hitch, 1999). Le langage dans sa dimension sonore est une succession de sons propres à la langue associés entre eux. Les unités phonologiques – les phonèmes, les syllabes, les morphèmes, les lexèmes et les syntagmes – sont traitées unes par unes. Le traitement séquentiel de la parole permet le décodage de l'information phonologique. Les unités extraites seront ensuite traitées ensemble pour former des unités de plus en plus grandes grâce au traitement simultané, et ainsi passer du décodage simple du flux sonore à une compréhension de plus en plus globale de la parole.

Pour le moment, aucune technique d'imagerie n'est capable de montrer précisément les mécanismes neuronaux de la perception rythmique (Di Cristo, 2003 ; Patel, 2011). Cependant, ce qui est valable pour la musique l'est également pour le langage, puisque le rythme et la mesure sont des paramètres du flux sonore communs à la musique et au langage. Ils sont donc traités par les mêmes processus cérébraux (Patel, 2011, Flaugnacco *et al.*, 2015).

L'étude de Phillips-Silver & Trainor (2005) sur la perception motrice du rythme de la musique va dans le sens d'une implication du mouvement dans le ressenti du rythme. La première expérience musicale du tout petit est souvent corrélée à un bercement, un mouvement de son corps qu'il subit, engageant parallèlement les sensations auditives et vestibulaires. Cela va dans le sens d'une première entrée motrice du rythme, étant donné la précocité de la maturation des organes de l'oreille interne.

Cependant, cela ne suffit pas à expliquer l'implication motrice de l'articulation, observée à l'imagerie cérébrale par l'activation de l'aire de Broca lors de l'écoute et de la lecture, dans la perception et la reconnaissance de la parole que les chercheurs ont constaté à plusieurs reprises (Dehaene, 2007¹⁷). Aussi, Phillips-Silver & Trainor (2005) n'excluent pas

17 Dehaene rejoint ainsi la théorie motrice de perception de la parole de Liberman & Mattingly (1985)

l'apport des informations proprioceptives pour la perception du rythme de la parole et de la musique.

Ces observations et hypothèses donnent des indices supplémentaires sur la forte corrélation entre le traitement du rythme au niveau gestuel et au niveau sonore, comme cela a été évoqué à la fin de la sous-partie précédente (2.3.1, p.26). Ces indices seront des éléments précieux sur lesquels il s'agira de s'appuyer pour travailler le rythme et la mesure de la façon la plus efficace possible.

3 Synthèse

L'hypothèse phonologique a longtemps été la piste privilégiée pour expliquer les troubles dyslexiques ; c'est pour cette raison que la prise en charge de ce trouble débute couramment par un travail centré sur les capacités phonologiques et métaphonologiques. Mais les recherches récentes évoquées en partie 1.2.4 font émerger un déficit du traitement du rythme et de la mesure dans la dyslexie qui serait à l'origine des troubles du traitement phonologique, mais également du traitement visuo-attentionnel souvent observés de manière isolée ou combinée chez les sujets dyslexiques.

Or, comme nous l'avons évoqué en partie 2.2 et 2.3, le rythme et la mesure sont les éléments de la musique les plus corrélés aux paramètres phonologiques de la parole (Patel, 2011 ; Flaugnacco *et al.*, 2014), indispensables à l'acquisition du langage écrit. La musique et la parole, bien que deux éléments sonores, sont de nature différente. Leurs traitements cognitifs distincts partagent pourtant certains processus cérébraux, et en particulier le traitement temporo-séquentiel de l'information, à la base de la perception et de la production du rythme. Comme cela a été démontré (Flaugnacco *et al.*, 2015), l'utilisation de la musique a un effet bénéfique sur les capacités métaphonologiques et les capacités de lecture. À la lumière des données théoriques collectées, le rythme et la mesure semblent pouvoir être des outils thérapeutiques efficaces pour la rééducation des troubles dyslexiques.

Notre recherche nous permettra d'éclairer cette hypothèse du point de vue de la pratique orthophonique. Dans la partie expérimentale à suivre, nous présenterons la prise en charge spécifique de la dyslexie par le rythme et la mesure que nous avons élaborée et testée sur cinq patients dyslexiques de manière longitudinale, dans une démarche exploratoire.

Partie expérimentale

1 Méthodologie

1.1 Problématique et hypothèses

En accord avec certaines données récentes de la littérature, nous avons pour objectif d'évaluer l'intérêt thérapeutique d'un travail méthodique et spécifique du rythme et de la mesure dans la prise en charge orthophonique de la dyslexie phonologique.

Nous formulons les hypothèses théoriques suivantes :

- Hypothèse 1 : les sujets dyslexiques présentent un déficit du traitement du rythme et de la mesure non linguistique associé à leurs difficultés de lecture d'origine phonologique ;
- Hypothèse 2 : il est possible d'améliorer ces capacités rythmiques et métriques déficitaires par des techniques d'étayage-estompage dans le cadre d'une prise en charge orthophonique spécifique ;
- Hypothèse 3 : Cette rééducation spécifique et exclusive a un impact positif sur les capacités de lecture de texte d'une part, de mots et de pseudo-mots d'autre part.

L'objectif de ce mémoire est de préciser un nouveau champ d'intervention orthophonique, en aidant les sujets dyslexiques à extraire les paramètres de rythme et de mesure à partir de matériel non linguistique. Il s'agit d'entraîner les capacités rythmiques des enfants dyslexiques pour améliorer leur discrimination auditive, leur conscience des intervalles, leur mémoire auditivo-verbale et de manière globale, leurs capacités de traitement temporo-séquentiel de l'information. En travaillant sur ces capacités utilisées pour traiter le langage oral et écrit, nous espérons ainsi permettre un transfert des progrès réalisés sur les capacités de lecture, à l'instar de la recherche conduite par Flaugnacco *et al.* (2015).

Au terme de la prise en charge, nous nous attendons à :

- Mettre en évidence un déficit des capacités rythmiques et métriques chez les sujets dyslexiques pour valider l'hypothèse n°1, en étudiant leur capacité à reproduire des séquences de coups rythmés et à respecter un tempo donné pour modèle ;
- Constater des progrès au niveau des capacités de perception et de production rythmique après des séances de rééducation, pour valider l'hypothèse n°2, en proposant une série d'exercices adaptés de comparaison et de reproduction de séquences rythmés, de perception et de battement de mesure ;
- Observer des progrès objectivés en lecture par des épreuves standardisées de lecture de texte et de mots isolés en terme de vitesse, de justesse et de fluidité – en étudiant la qualité des pauses dans la lecture à haute voix. Ces trois paramètres nous renseigneront sur l'efficacité des deux voies de lecture – l'assemblage et l'adressage, sur leur automatisation, sur le recours au contexte et sur la compréhension du texte lu, dans le but valider l'hypothèse n°3.

1.2 Population

Les sujets ont été sélectionnés lors d'un stage chez un orthophoniste exerçant en libéral sur les critères d'inclusion suivants :

- avoir un diagnostic de dyslexie-dysorthographe avec une composante phonologique ;
- être suivi régulièrement en orthophonie ;
- troubles résistant à un minimum de 6 mois de prise en charge orthophonique¹⁸ ;
- thérapeute et parents devant être informés des fondements théoriques et des objectifs de la présente recherche et en accepter les aléas.

18 Cf : Partie 1.2.1 : définition du DSM 5

En considérant ces critères, nous avons exclu deux sujets ayant un diagnostic de dyslexie-dysorthographe sans composante phonologique, aussi appelée dyslexie-dysorthographe de surface ou visuo-attentionnelle.

Le groupe d'expérimentation finalement constitué est composé de quatre garçons et d'une fille, soit cinq sujets :

- le patient A est âgé de 10 ans. Il est scolarisé en CM1 (redoublement antérieur en CP). Le bilan du langage écrit effectué lors de ses 8 ans 10 mois fait état d'un diagnostic de dyslexie-dysorthographe mixte à dominante phonologique. Des antécédents de trouble d'articulation et de retard de parole ont été pris en charge. Sa parole est normale, même si un léger sigmatisme interdental et une faiblesse de ses capacités métaphonologiques subsistent. Le compte-rendu précise qu'une certaine immaturité du raisonnement logico-mathématique a été constatée malgré une vive intelligence. Ce patient pratique le hip-hop en plus des activités musicales scolaires ;
- le patient B est âgé de 12 ans 4 mois au début de l'étude. Il est scolarisé en 6ème (redoublement antérieur en CP). Le bilan de renouvellement explorant les capacités de langage écrit a été effectué lors de ses 11 ans 7 mois. Il confirme le diagnostic de dyslexie-dysorthographe phonologique, précise des antécédents au niveau du langage oral, et met l'accent sur des troubles métaphonologiques spécifiques (au niveau de la fusion phonémique, du découpage syllabique et du rythme) et une lenteur dans le traitement des informations visuo-spatiales. Ce patient ne s'intéresse pas à la pratique musicale, et l'évite même sur le temps scolaire (sa séance d'orthophonie hebdomadaire se trouve sur le même créneau horaire que le cours de musique, à sa demande) ;
- le patient C est âgé de 12 ans 6 mois au début de l'étude. Il est scolarisé en 5ème (sans redoublement antérieur). Il était âgé de 11 ans 3 mois lors du dernier bilan effectué en renouvellement. Le diagnostic posé pour ce patient est une dyslexie-dysorthographe phonologique, associée à des difficultés d'ordre logico-mathématique et de difficultés de concentration et d'attention. Ce patient ne pratique la musique que sur le temps scolaire ;

- le patient D est âgé de 15 ans 2 mois au début de l'étude. Il est scolarisé en 3ème (sans redoublement antérieur). Le dernier bilan en date a été effectué 2 mois avant le début de la recherche. Le diagnostic posé est une dyslexie-dysorthographe, qui semble bien compensée. Le sujet D a grandi dans une famille de musiciens et a lui-même pratiqué la guitare pendant un an, avant d'abandonner ;
- la patiente E est âgée de 10 ans 4 mois au début de l'étude. Elle est scolarisée en CM1 (redoublement antérieur en CE1). Elle était âgée de 9 ans 7 mois lors du bilan précédent, qui fait état d'une dyslexie-dysorthographe mixte à dominante phonologique. Le compte-rendu précise une lenteur du traitement visuel, une attention et une compréhension orale instable, et des difficultés métaphonologiques spécifiques (au niveau de la fusion phonémique, du découpage syllabique et du rythme). Elle ne pratique pas d'activité musicale en dehors du temps scolaire.

Nous avons pris en compte les variables liées à l'âge dans l'évaluation et la remédiation. Cette diversité nous a semblé enrichissante dans le cadre de notre démarche exploratoire de recherche.

Un consentement écrit a été recueilli et signé.

1.3 Modalités et matériel d'expérimentation

Nous détaillons dans cette partie les modalités et les outils utilisés pour notre recherche. C'est une étude longitudinale constitué de trois phases :

- une phase de pré-test pour évaluer les capacités initiales de traitement du rythme et de la mesure de chaque sujet et vérifier l'hypothèse n°1 ;
- une phase d'expérimentation qui consiste en l'entraînement des capacités rythmiques et métriques en perception et en production grâce à des techniques d'étayage/estompage, comme énoncé dans l'hypothèse n°2 ;

- une phase de post-test pour d'une part évaluer les capacités post-expérimentation, et d'autre part mesurer l'évolution des sujets au niveau de leurs capacités rythmiques (hypothèse n°2), mais également pour vérifier le transfert des progrès sur les capacités de lecture (hypothèse n°3).

1.3.1 Évaluations

1.3.1.1 *Conditions de passation*

Notre étude a nécessité deux sessions d'évaluation pour chaque sujet, un pré-test effectué avant la remédiation, durant de 20 à 30 minutes.

Pour chaque séance, des conditions de passation similaires ont été préalablement définies. Les tests ont tous été conduits par un professionnel et/ou par un étudiant en orthophonie connu du sujet. Chaque passation a été enregistrée en audio.

1.3.1.2 *Outils et matériel d'évaluation*

Les outils d'évaluation utilisés ont été choisis d'après les épreuves proposées dans l'étude conduite par Flaugnacco *et al.* (2015) :

- l'Alouette-R (Lefavrais, 2005) et M. Petit, extrait de l'E.L.FE (Lequette, Pouget & Zorman, 2008), pour étudier la lecture de texte des sujets. Ces deux tests ont été choisis car ils se complètent. Le premier est un texte complexe¹⁹ qui ne permet pas un appui sur le contexte. Ainsi, c'est l'efficacité des deux voies de lecture qui sont davantage observées. De plus, l'étalonnage permet de situer précisément le niveau de lecture du sujet en terme de vitesse et de précision. Le second est un texte plus simple qui donne des indices sur les capacités de compensation mises en place par les sujets. Ces épreuves de lecture de texte ont été également utilisées pour analyser la fluidité de la lecture, d'après l'analyse de la qualité des pauses présentée ensuite.

¹⁹ Par l'utilisation de termes peu fréquents, d'une syntaxe inhabituelle, d'une forme globalement poétique et abstraite.

- les listes de mots de l'ODEDys (Jacquier-Roux *et al.*, 2005) pour explorer la lecture de mots isolés et de pseudo-mots. L'étalonnage fourni par ce test permet de situer les sujets par rapport à leur classe d'âge et leur niveau scolaire, tout en étudiant les voies de lecture perturbées.
- l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques issue de l'EVALO (Coquet, Ferrand & Roustit, 2009) pour évaluer les capacités rythmiques. Le complément ajouté à cette épreuve – présenté ensuite – permet également d'étudier les capacités métriques en évaluant la justesse de reproduction du tempo.

Les résultats ont été collectés selon les étalonnages fournis par ces tests. Le seuil pathologique est fixé à -1,6 écart-types dans l'ODEDys et l'Alouette-R. L'E.L.FE considère les scores situés dans le 15ème percentile ou moins comme pathologiques, et la moyenne basse à partir du 30ème percentile.

Pour compléter de manière qualitative et quantitative ces données, nous avons élaboré des outils de mesure permettant d'évaluer d'une part la qualité des pauses pour les tâches de lecture de texte, et d'autre part les retours en arrière et auto-corrections pour toutes les épreuves de lecture. Ces données complémentaires permettront de dégager des données qualitatives exploitables pour évaluer la fluidité de la lecture. Nous avons également enrichi l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques avec cinq items supplémentaires, une grille de notation sur la justesse du tempo et un score de pauses.

Contrairement à l'étude de Flaugnacco *et al.* (2015), les compétences phonologiques et métaphonologiques n'ont pas été étudiées lors des phases de test. Cela s'explique d'une part car l'objet de ce mémoire est d'observer le transfert sur les capacités de lecture. L'effet de la pratique musicale et du rythme sur les compétences phonologiques et métaphonologiques a déjà été démontré (Flaugnacco *et al.*, 2015). D'autre part, des contraintes temporelles ont limité la mise en place de ces épreuves spécifiques.

L'évaluation des capacités rythmiques a été également plus succincte que dans la recherche de Flaugnacco *et al.* (2015). En ce qui concerne les capacités rythmiques, la tâche de reproduction a été conservée, contrairement à l'épreuve de perception d'irrégularités

rythmiques. Pour l'étude des capacités métriques, les épreuves de « tapping », de perception de la durée d'un son et de perception de la mesure musicale n'ont pas pu être proposées, et ont été remplacées par l'analyse de la justesse du tempo. Ces différentes épreuves spécifiques et précises n'ont pas pu être mises au point compte tenu des contraintes matérielles et temporelles qu'elles impliquent.

1.3.1.2.1 *L'outil de mesure des pauses*

1. Construction de l'outil

Nous avons utilisé le logiciel Praat pour analyser les données des épreuves de lecture de texte (l'Alouette-R et M. Petit). Nous avons isolé sur le spectrogramme les pauses perçues subjectivement (à l'oreille) et nous avons renseigné manuellement leur durée (en secondes, en tronquant à la deuxième décimale), leur placement dans la lecture, et leur nature.

Nous nous sommes inspirée de Lucci (1983)²⁰, et y avons ajouté les observations que nous avons faites en étudiant les corpus audio pour définir les critères de classification des pauses.

1. Le caractère naturel, non-naturel ou non respecté des pauses :

- les pauses naturelles (PN) ou syntaxiques sont des pauses correctes, car elles n'entravent pas la compréhension. Elles sont placées entre deux groupes syntaxiques distincts au sein d'une phrase, ou entre deux propositions. En ce qui concerne la lecture à haute voix, les pauses liées à la ponctuation sont indispensables et sont donc considérées comme des erreurs de pauses lorsqu'elles ne sont pas respectées. Les autres pauses naturelles sont facultatives.
- les pauses non-naturelles (PNN) ou non-syntaxiques sont des pauses incorrectes. Elles séparent deux éléments infra-syntagmatiques (deux mots appartenant à un même syntagme, deux syllabes d'un même mot, deux phonèmes d'une même syllabe). Elles sont subjectivement perceptibles « à l'oreille » car elles rompent le rythme naturel de la lecture. Elles entravent plus ou moins la compréhension, car

²⁰ Cf : partie 2.2, p29

elles peuvent créer des ambiguïtés syntaxiques.

- les pauses naturelles non respectées (PNNR) sont des pauses naturelles attendues compte tenu de la ponctuation, et qui n'ont pas été effectuées. Elles sont également perceptibles subjectivement car elles correspondent à des enchaînements ininterrompus de mots là où l'oreille humaine s'attendrait à entendre une pause. Elles créent également des ambiguïtés syntaxiques et donc entravent plus ou moins la compréhension.

Les pauses non-naturelles (ou disfluences) sont considérées comme des erreurs de pauses différentes des pauses naturelles non respectées.

2. Le caractère sonore ou silencieux des pauses :

- les pauses sonores sont des pauses voisées. Elles prennent le plus souvent la forme d'une interjection marquant l'hésitation (typiquement : « euh... », « mmh »).
- les pauses silencieuses sont des pauses sans voisement, soit par blocage, soit par reprise inspiratoire.

Ces pauses peuvent être bien ou mal placées dans la lecture. Mais les pauses sonores et les pauses bloquées sont des disfluences très symptomatiques des troubles de la lecture.

3. Le caractère de localisation des pauses dans la lecture :

- les pauses infra-syllabiques (PNNa) séparent deux phonèmes d'une même syllabe.
- les pauses infra-lexiques (PNNb) séparent deux syllabes d'un même mot.
- Les pauses infra-syntagmatiques(PNNc) séparent deux mots d'un même syntagme (telles que déterminant//nom).
- les pauses syntaxiques (PN) séparent deux syntagmes, avec ou sans ponctuation.

Seules les pauses syntaxiques sont considérées comme des pauses naturelles.

Certaines pauses sont placées juste avant une répétition du segment précédent, entraînant alors un retour en arrière (les retours en arrière font l'objet d'une autre observation). Ces pauses pour retour en arrière sont comptabilisées dans les pauses non-naturelles ou naturelles, selon l'élément qui vient juste avant. Par exemple :

- « le lapin// le lapin » → pause syntaxique ;
- « le// lapin » ou « le// le lapin » → pause infra-syntagmatique ;
- « le la//pin » ou « le la//lapin » → pause infra-lexique ;
- « le l//apin » ou « le l//lapin » → pause infra-syllabique.²¹

2. Calculs :

Les calculs ont été effectués à partir des chiffres recueillis en écoutant et notant les enregistrements audio. Tous les résultats ont été tronqués à la deuxième décimale. Les formules suivantes s'appliquent aux épreuves de lecture de texte.

Les pauses naturelles respectées sont également nommées pauses naturelles ou pauses syntaxiques et leur somme est notée (PN) dans les calculs. Les pauses non-naturelles correspondent aux disfluences de lecture et leur somme est notée (PNN). La somme des pauses naturelles non respectées est notées (PNNR).

Pour obtenir le nombre de pauses non-naturelles, nous faisons la somme des pauses infra-syllabiques, infra-lexiques et infra-syntagmatiques :

$$[PNN = PNNa + PNNb + PNNc].$$

Le nombre total de pauses produites (TP) correspond à la somme des pauses naturelles et des pauses non-naturelles :

$$[TP = PN + PNN].$$

Nous calculons le pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques) par pauses produites :

²¹ Le signe // matérialise une pause.

$$[(PN*100)/TP] ;$$

et le pourcentage de pauses non-naturelles par pauses produites :

$$[(PNN*100)/TP].$$

Nous effectuons également les calculs de pourcentage pour les pauses infra-syllabiques :

$$[(PNNa*100)/TP] ;$$

infra-lexiques :

$$[(PNNb*100)/TP] ;$$

et infra-syntagmatiques :

$$[(PNNc*100)/TP].$$

Le temps total de pause (TT) permet de calculer le taux de temps de pause par rapport au temps de lecture :

$$[TT * 100/TL].$$

Pour terminer, nous évaluons le taux de pauses non respectées (TPNR) par rapport au nombre de pauses naturelles produites (PN) additionnées aux pauses naturelles non respectées (PNNR), tel que :

$$[TPNR = (PNNR*100) / (PNNR+PN)].$$

L'outil de mesure des pauses de l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques est décrit dans la sous-partie 1.3.1.2.3.

1.3.1.2.2 *L'outil de mesure des autocorrections*

1.Construction de l'outil

Pour chaque épreuve de lecture (de mots isolés ou de textes) nous avons écouté les enregistrements à partir du logiciel Windows Media Player et annoté les textes lus.

Nous considérons comme retour en arrière (RA) toute réitération d'élément linguistique produite lors de la lecture (il peut s'agir d'une répétition de phonème, de syllabe, de mot, de segment de phrase).

Un retour en arrière signe une vérification volontaire de ce qui a été produit, c'est-à-dire une autocorrection, qui est :

- efficace lorsque le mot finalement produit est juste (AC+) ;
- échouée lorsque la production reste erronée (AC-).

Chaque démarche d'autocorrection est comptée comme une erreur initiale (EI), même lorsque l'autocorrection est efficace.

Le nombre d'erreurs initiales permet de calculer l'efficacité des autocorrections. Les erreurs initiales autocorrigées (AC+) ne sont cependant pas prises en compte dans le nombre d'erreurs de lecture (E).

Les erreurs de lecture (E) correspondent aux erreurs initiales sans démarche d'autocorrection, et aux erreurs finales malgré une démarche d'autocorrection, autrement dit les autocorrections échouées (AC-).

Les mots sautés de manière isolée comptent comme une erreur car ils peuvent être autocorrigés.

2. Calculs :

Les formules suivantes sont valables pour toutes les épreuves de lecture.

Nous avons calculé le nombre total d'erreurs initiales (total EI) en additionnant le nombre d'autocorrections réussies au nombre d'erreurs de lecture :

$$[(AC+) + E].$$

Le total des mots lus est noté (TM). Le nombre de retours en arrière (RA) est la somme de toutes les autocorrections :

$$[RA = (AC+) + (AC-)].$$

Nous calculons un taux de retour en arrière par erreurs initiales :

$$[(TRA EI) = (RA * 100) / \text{total EI}]$$

et un taux de réussite des auto-corrrections :

$$[(TAC+) = ((AC+) * 100) / RA].$$

Nous croisons ensuite ces deux taux pour obtenir un taux d'autocorrections efficaces :

$$[(TAE) = TRA EI * TAC+ / 100].$$

1.3.1.2.3 Compléments à l'épreuve de rythme (reproduction de cellules rythmiques, EVALO)

1. Construction de l'outil

Nous avons ajouté cinq items complexes à reproduire aux douze séries de l'épreuve originale (*Annexe 11*), 4 de 7 coups, 1 de 8 coups, pour explorer les capacités rythmiques supérieures (*Annexe 12*). Ces items seront analysés de manière qualitative, en complément de l'analyse étalonnée des douze premiers items. L'étalonnage de l'épreuve n'étant valable que pour les sujets de 2 ans 3 mois à 6 ans 3 mois, nous analyserons les résultats selon la norme pour 6 ans. Un score inférieur à celui attendu pour cet âge peut être le signe d'une difficulté de reproduction de cellules rythmiques. Nous prendrons en compte qualitativement l'écart à l'âge réel en fonction d'autres indices comportementaux et cliniques pour étayer cette hypothèse.

Pour évaluer la justesse du tempo, nous avons réécouté les productions enregistrées lors de la passation, et nous avons noté de manière subjective le respect du tempo, soit juste, soit faux. Nous n'avons pris en compte que les items comptés justes en terme de reproduction de la structure pour l'évaluation de la justesse du tempo, étant donné que les productions erronées ne peuvent être systématiquement comparées aux séquences-cibles.

Pour évaluer la justesse des pauses marquées lors de la reproduction des cellules rythmiques, nous avons ajouté un calcul de taux de pauses par rapport au nombre total de pauses attendues dans l'intégralité de l'épreuve. Les données de ces observations seront à mettre en corrélation avec le reste des résultats pour pouvoir les analyser. Il s'agit avant tout d'un indicateur qualitatif de la conscience globale des pauses par le sujet.

2. Calculs

Le taux de justesse du tempo correspond au pourcentage d'items justes respectant le tempo (T+) par rapport au nombre total d'items correctement reproduits :

$$[(T+ * 100) / C].$$

Le taux de pauses est le pourcentage de pauses effectuées (P) par rapport au total de pauses attendues pour l'épreuve :

$$[(P * 100) / PA].$$

Ces outils n'ayant pas été étalonnés, les données recueillies sont fournies à titre indicatif. Elles permettent d'explorer des aspects de la lecture qui ne sont pas évalués d'habitude par les épreuves utilisées. L'intérêt de ce recueil de données est de pouvoir disposer de variations inter-individuelles (entre les sujets au même moment) et intra-individuelles, permettant d'étudier l'évolution d'un même sujet dans le temps, afin de fournir des indices supplémentaires sur la qualité de la lecture et de la reproduction rythmique.

1.3.2 Remédiation

Nous avons opté pour une session de dix séances de remédiation par patient, pour en mesurer l'effet à moyen terme. Les séances ont été découpées en six temps, organisés eux-mêmes en fonction de leurs objectifs de rééducation.

Nous décrivons dans cette partie le plan des dix séances, les objectifs de chaque temps, les principes de la prise en charge et les outils utilisés.

1.3.2.1 *Plan des séances*

Chaque séance a été découpée en quatre temps maximum (*Tableaux 1 à 6*). La progression des temps au fil des séances s'est effectuée comme suit :

- premières séances (séances 1 à 3) : temps 1 en priorité, puis selon les capacités du sujet et le temps restant, mise en place des temps 2 et 3.
- séances intermédiaires (séances 3 à 5) : le temps 1 est progressivement raccourci et abandonné, de même pour le temps 2 ensuite. Sont ajoutés à la suite du temps 3 les temps 4 et 5 dès que les capacités du sujet et le temps disponible en séance le permettent.
- dernières séances (séances 5 à 10) : Le temps 3 est conservé pour renforcer les capacités rythmiques, tandis que les temps 4, 5 et 6 sont davantage exploités.

Les temps 1, 2 et 3 entraînent préférentiellement les capacités rythmiques, tandis que les temps 4, 5 et 6 travaillent les capacités de perception et de production de la mesure.

Temps 1 : Mise en place de techniques d'étayage-estompage sur différents rythmes, repérage et ajustement aux premières difficultés (RYTHME : PRODUCTION/RECEPTION)		
Objectifs :	Moyens :	Consignes :
<ul style="list-style-type: none"> - mettre en place un code visuel commun pour transcrire les informations sonores ; - visualiser l'organisation des sons et des silences ; - valider le code pour pouvoir l'utiliser ensuite comme stratégie d'étayage. 	<ul style="list-style-type: none"> - transcrire une séquence sonore ; - juger son exactitude ; - corriger une séquence écrite erronée avec l'aide de l'adulte. 	<p>« Tu notes exactement ce que je tape. Après on vérifie si c'est bon. »</p> <p>« On échange : tu tapes un rythme et j'écris. Après tu me diras si j'ai bien écrit »</p>

Tableau 1 : Objectifs et moyens du temps 1

Temps 2 : Travail centré sur gnosies/perception de structures rythmiques (RYTHME : RECEPTION)		
Objectifs :	Moyens :	Consignes :
<ul style="list-style-type: none"> - favoriser la perception et l'attention auditive - améliorer la discrimination des éléments d'une séquence rythmique 	<ul style="list-style-type: none"> - comparer deux séquences rythmées sonores, tactiles, visuelles et/ou kinesthésiques - détecter les différences, et si possible les localiser - utiliser les aides auditivo-verbales, gestuelles et visuo-spatiales proposées (comptage, transcription) 	<p>« Je vais taper deux suites, tu me dis si c'est pareil ou pas. »</p> <p>« Si je fais (frappe) est-ce que c'est pareil que (frappe) ? »</p> <p>« Où est-ce que ça change ? »</p>

Tableau 2 : Objectifs et moyens du temps 2

Temps 3 : Travail centré sur reproduction directe de structures rythmiques (RYTHME : PRODUCTION)		
Objectif :	Moyens :	Consignes :
<ul style="list-style-type: none"> - améliorer la production de séquences rythmées 	<ul style="list-style-type: none"> - imitation directe - étayage et auto-étayage auditivo-verbal, visuo-spatial, gestuel et kinesthésique - estompage 	<p>« Tu fais pareil que moi. Attention, écoute bien. »</p> <p>« Tape après moi. »</p>

Tableau 3 : Objectifs et moyens du temps 3

Temps 4 : Mise en place de techniques d'étayage/estompage sur différents tempos, repérage et ajustement aux premières difficultés (MESURE : PRODUCTION/RECEPTION)		
Objectifs :	Moyens :	Consignes :
<ul style="list-style-type: none"> - répéter une séquence - produire un rythme en respectant un tempo 	<ul style="list-style-type: none"> - éprouver le retour régulier de la séquence, de façon spontanée puis dirigée (sur pulsation imposée par le métronome) - répéter une séquence le plus régulièrement possible - imitation directe - étayage et auto-étayage auditivo-verbal, visuo-spatial, kinesthésique et gestuel - estompage 	<p>« Tu fais cette série trois fois de suite »</p> <p>« Tu vas le faire le plus longtemps possible »</p>

Tableau 4 : Objectifs et moyens du temps 4

Temps 5 : Travail centré sur gnosies/perception de tempo (MESURE : RECEPTION)		
Objectifs :	Moyens :	Consignes :
<ul style="list-style-type: none"> - percevoir la régularité de la mesure ; - détecter les variations (accélération/ralentissement du tempo) et irrégularités (erreurs dans la séquence). 	<ul style="list-style-type: none"> - mobiliser l'attention auditive ; - produire volontairement des irrégularités ; - auto-étayage gestuel et kinesthésique. 	<p>« Je vais le faire plein de fois, mais attention je vais faire exprès de me tromper. Tu me dis/tu lèves la main/tu tapes quand je me trompe »</p> <p>« Maintenant, à ton tour, tu essaies de me piéger exprès. »</p> <p>« Tu me dis quand tu entends que ça change/accélère. »</p>

Tableau 5 : Objectifs et moyens du temps 5

Temps 6 : Travail centré sur reproduction directe de tempo (MESURE : PRODUCTION)		
Objectifs :	Moyens :	Consignes :
<ul style="list-style-type: none"> - percevoir et extraire la régularité d'une mesure ; - en production, respecter le tempo imposé sur une chanson ou sur un métronome 	<ul style="list-style-type: none"> - mobiliser son corps (danse rythmée) ; - maintenir un tempo avec et sans la musique ; - suivre les accélérations et les ralentissements ; - étayage et auto-étayage auditivo-verbal, visuo-spatial, gestuel et kinesthésique ; - estompage ; 	<p>« Tu dois taper aussi vite que la musique, pas plus vite ni moins vite »</p> <p>« Essaie de taper en rythme avec la musique »</p> <p>« Tape comme moi »</p> <p>« Maintenant, à toi tout(e) seul(e) »</p> <p>« Fais avec tes mains/pieds »</p> <p>« On le fait en marchant »</p> <p>« Fais comme si tu dansais »</p>

Temps 6 : Organisation du Temps 6

1.3.2.2 *Principes de prise en charge*

De manière générale, le but lors des séances est de s'approcher au plus près des objectifs proposés pour chaque temps. Même si ces objectifs ne sont pas tout à fait atteints, le plus important est de mettre le patient en situation de réussite, de lui donner les moyens de faire, avec puis sans aide. Nous avons été attentive aux modes de perception préservés (auditif, visuel, kinesthésique, etc.) pour mettre en place des étayages efficaces et peu coûteux cognitivement. L'objectif est de favoriser l'émergence des stratégies d'auto-étayage, en induction d'abord, pour qu'elles soient utilisées ensuite de façon spontanée. L'adulte prendra soin d'adapter la difficulté des exercices en fonction des capacités réelles du sujet, en terme de longueur, de vitesse et de complexité.

Dans le but de limiter les artefacts et mesurer plus précisément l'impact de cette rééducation en post-test, les séances de remédiation ont remplacé la prise en charge dont bénéficiaient les sujets d'ordinaire. Ils ont été suivis de façon hebdomadaire (ou bi-hebdomadaire pour rattraper les séances annulées) dans le cabinet qu'ils fréquentent et aux horaires de prise en charge habituels. Ils n'ont eu aucun autre suivi orthophonique en même temps. La période de remédiation de 10 séances par sujet s'est étalée de 11 à 14 semaines selon les patients, le plus régulièrement possible compte-tenu des indisponibilités diverses. Les séances ont duré 30 minutes chacune en moyenne, conformément aux recommandations quant à la prise en charge de la dyslexie.

Pour faciliter le recueil ultérieur de données, chaque séance a été enregistrée en vidéo.

1.3.2.3 *Outils et matériel de remédiation*

Pour nos séances, nous avons utilisé des stylos, des djembés miniatures et un xylophone. Pour susciter le plus d'entrées motrices et kinesthésiques, nous avons également cherché à mettre en action le corps entier des sujets, en utilisant les mains, les pieds et la tête, particulièrement pour le temps 6 (battement de mesure).

Pour le temps 1 et pour utiliser le canal visuel en étayage, nous avons utilisé des feuilles et des feutres pour « écrire » et des billes plates (ou chinoises) plus faciles à manipuler.

Pour les temps 4 et 5, l'utilisation d'un métronome s'est révélée nécessaire. Nous avons utilisé l'application Métronome Beats pour smartphone (Stonekick), pour les patients utilisant préférentiellement les aides visuo-spatiales. En effet, cette application matérialise les silences par un mouvement de boule. Un métronome mécanique ou un pendule peuvent également être utilisés. Nous nous sommes servie de la version complète disponible sur l'application © Metronome-en-ligne.com (2012 / 2016) . Elle nous a été utile pour faire varier le tempo, de 30 BPM à 90 BPM en production, et de 30 BPM à 200 BPM en perception. Ces outils nous ont semblé indispensables pour garantir la stabilité des stimuli.

La musique utilisée lors du temps 6 est issue d'un jeu vidéo basé sur le rythme. Ce type de morceau présente l'avantage d'être exclusivement instrumental, et les pulsations de base sont bien perceptibles. Pour modifier la vitesse de lecture, nous avons utilisé la fonctionnalité « paramètres de vitesse de lecture » du lecteur Windows Media Player.

À notre disposition, nous avons également un certain nombre de stratégies d'étayage, en fonction de la modalité de perception la mieux préservée :

- le comptage et l'utilisation de syllabes d'appui à « chanter » (exemple ; pa-ta, poum-pam, etc), font partie des aides auditivo-verbales ;
- la notation codée écrite ou avec des jetons, la répartition visuo-spatiale des coups et l'imitation visuelle sont des aides visuo-spatiales ;
- la mise en mouvement de la totalité ou d'une partie du corps, comme les bras, les pieds et la tête, les indices tactiles, le guidage gestuel et l'imitation motrice nous ont été utiles au niveau des canaux kinesthésiques et proprioceptifs.
- l'aspect ludique de la pratique musicale avec l'utilisation des instruments et la danse, les échanges de rôles dans certaines activités, ont également aidé les patients au niveau de la motivation.

2 Résultats

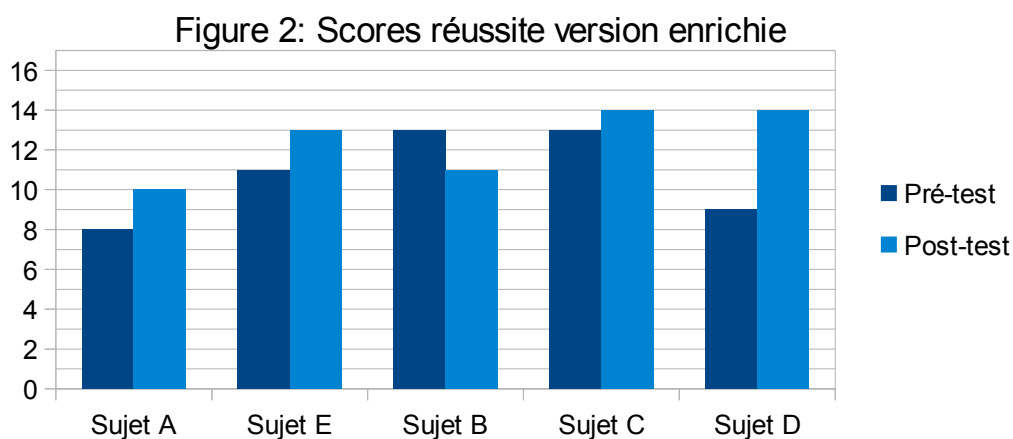
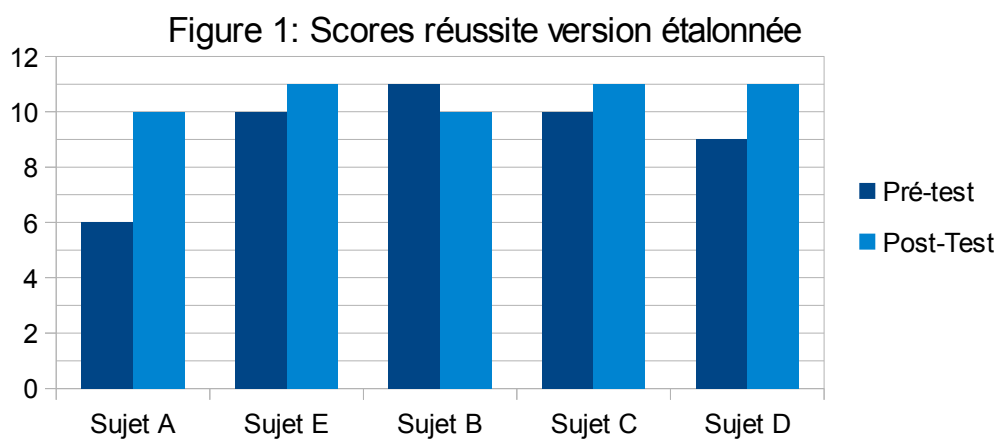
2.1 Présentation et analyse des résultats pour les capacités rythmiques et métriques

2.1.1 Présentation des résultats épreuve par épreuve

Les figures

ci-dessous renseignent les scores obtenus en pré- et post-test pour chaque sujet, rangés par ordre croissant d'âge.

Évaluation des capacités rythmiques

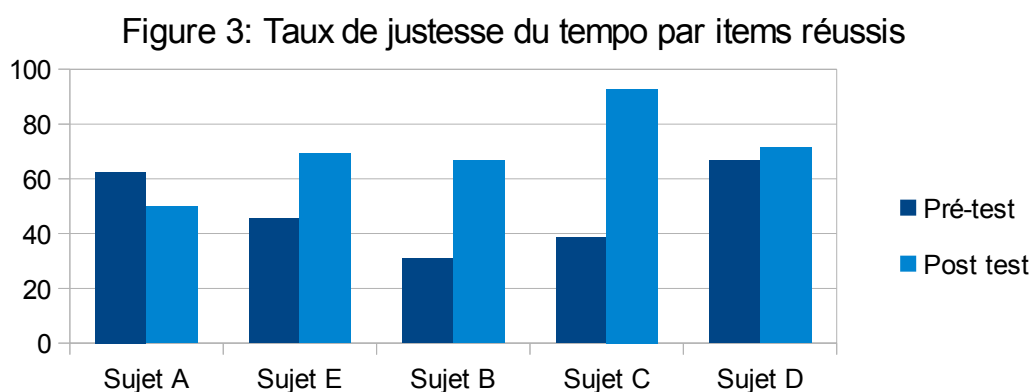


Les évaluations initiales ont montré que seuls les résultats du sujet A est en dessous de la norme pour l'âge de 5 ans, alors que les quatre autres sujets ont obtenu des scores

supérieurs à la norme pour 6 ans. Cependant, nous avons constaté une faiblesse relative du score initial du sujet D comparé aux sujets B, C et E, alors qu'il était l'aîné du groupe (>2 ans d'écart avec B et C ; >4 ans d'écart avec E).

Seul le Sujet B a vu ses performances diminuer au terme de l'expérimentation, aussi bien pour les structures simples étalonnées que les structures complexes que nous avons ajoutées. Tous les autres ont progressé de 1 à 4 points pour la version originale, et de 1 à 5 points pour la version enrichie.

Évaluation des capacités métriques



Au niveau du tempo, les performances recueillies sont hétérogènes puisqu'elles se situent entre 30% et 70% lors des pré-tests. Trois sujets ont obtenu des résultats situés en dessous de la barre de 50% de justesse du tempo, les trois mêmes qui ont obtenu les meilleurs scores en réussite. Le sujet A, contrairement aux autres, voit son taux de justesse brut baisser, mais il faut prendre en compte le nombre d'items réussis sur lequel se base le calcul de ce taux pour analyser cette donnée.

2.1.2 Analyse par patient de l'évolution des capacités rythmiques et métriques

2.1.2.1 *Sujet A*

La remédiation s'est déroulée sur 15 semaines et l'expérimentation sur 17 semaines. La prise en charge a été régulière, hormis les périodes de vacances scolaires.

Pendant les séances, le sujet A s'est montré volontaire et motivé malgré l'heure assez tardive de ses rendez-vous. De manière générale ce patient s'est facilement prêté aux activités proposées.

Nous avons particulièrement insisté sur le travail du rythme avec ce patient, puisqu'il a été le patient le plus en difficulté sur l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques (*Figure 1 & 2*). Nous avons commencé en séance 1 avec des séquences longues (de 7 à 10 éléments) bien au-dessus des capacités réelles du patient, et qui ont été particulièrement difficiles à noter et à reproduire (même avec aide). Nous avons donc abaissé la difficulté à 5 éléments par séquences pour mettre le patient en situation de réussite, et nous avons augmenté le nombre d'éléments et la complexité au fil des séances. En séance 10, les séries simples de 7 coups étaient réussies (avec aide). Le comptage n'était pas facilitateur, par contre l'aide kinesthésique s'est révélée très efficace. Une difficulté majeure a néanmoins subsisté dans les tâches de rythme. Les suites composées d'un nombre proche de coups telles que - - / - - - ou - - - / - - - -, sont presque systématiquement confondues, tant en perception qu'en production. Il est possible que cette difficulté de discrimination des quantités au niveau auditif soit liée aux troubles logico-mathématiques évoqués en anamnèse.

Le travail sur la mesure a également été difficile pour patient. Là encore, l'aide kinesthésique s'est révélée efficace, en particulier le guidage gestuel. Alors qu'en début de remédiation, il était toujours en décalage avec les pulsations imposées, nous avons réussi à obtenir, avec et sans aide, des périodes de justesse parfaite, mais de courtes durées. La perception et la production de la mesure semblent évoluer positivement, mais ne sont pas encore automatisées.

Les résultats au post-test²² semblent confirmer les progrès effectués en séance en ce qui concerne le rythme. Le sujet A est celui qui a l'évolution la plus forte pour la reproduction de séquences simples (la version étalonnée), avec +4 points. Les séquences complexes sont cependant toujours difficiles à reproduire, ce qui témoigne des troubles encore très présents.

Au niveau du tempo, le taux de justesse diminue (*Figure 3*). Cependant, étant donné

22 Cf Annexe 1

l'amélioration du nombre de réussites sur lequel est basé ce pourcentage, nous pouvons relativiser cette diminution qui sous-tend en réalité une augmentation du nombre brut d'items respectant le tempo. Là encore, cela concorde avec les observations que nous avons faites en séance.

2.1.2.2 *Sujet B*

A total, 18 semaines se sont écoulées entre le pré-test et le post-test, et la remédiation s'est étalée sur 12 semaines. La prise en charge a été plutôt irrégulière, de nombreuses absences à la suite nous ont obligée à voir le sujet B deux fois par semaine à plusieurs reprises. La seconde partie de l'intervention a de ce fait été plus intensive.

Les capacités rythmiques initiales du sujet B sont correctes : c'est lui qui obtient le meilleur score en réussite pour la version étalonnée (*Figure 1*). Le respect du tempo est nettement moins bon, il obtient le taux de justesse le plus bas du groupe (*Figure 3*). Avec ce patient, nous avons d'abord travaillé sur la perception et la production du rythme, en suivant la progression que nous avons établie²³, avant une interruption imprévue de la prise en charge (un mois s'est écoulé entre la séance 3 et la séance 4). Nous avons ensuite entamé la remédiation portant sur la perception et la production de la mesure, mais le protocole d'intervention a dû être adapté au patient. En effet, les capacités du patient se décalaient de la progression prévue, par conséquent, nous avons revu les objectifs à la baisse en séance 6. Au lieu de complexifier les structures à reproduire en temps 4, nous avons préféré approfondir le respect d'un tempo imposé avec des structures plus simples.

Nous avons constaté au début de l'intervention un manque d'adhésion de la part de ce sujet. En effet, il a eu tendance à contourner les exercices et à négocier pour qu'ils soient fait à sa convenance. Cependant, pendant les dernières séances il nous a semblé plus investi, alors que les exercices proposés étaient plus difficiles pour lui.

D'un côté, le manque d'adhésion et l'irrégularité du début de la prise en charge peuvent expliquer que les capacités de reproduction de rythme aient baissé. D'un autre côté, nous faisons l'hypothèse que le travail approfondi, plus intensif et plus régulier de la mesure et

23 Cf : partie 1.3.2.1

l'investissement croissant du patient dans la prise en charge sont à l'origine des progrès mesurés par le taux de justesse de tempo.

2.1.2.3 *Sujet C*

La remédiation a commencé près d'un mois après le pré-test, et la régularité de la prise en charge a été altérée à plusieurs reprises, ce qui a nécessité une intervention parfois bi-hebdomadaire.

Cependant, l'investissement du patient dans la rééducation a été net, il s'est montré volontaire malgré la fatigue accumulée au fil de la journée. C'est un patient globalement calme et appliqué, qui s'intéresse à la musique de manière personnelle, puisqu'il a commencé à prendre des cours de batterie peu avant la fin de notre intervention.

Les capacités de reproduction de cellules rythmiques initiales du sujet C sont correctes (*Figures 1 & 2*), mais le taux de justesse du tempo est bas (<40% ; *Figure 3*). En nous basant sur ces résultats, et tout en respectant notre progression d'exercices, nous avons axé la remédiation davantage sur la perception et la production de la mesure que sur la reproduction de séquences. En séances, les exercices centrés sur la structure rythmique ont été globalement réussis, avec des progrès réguliers. À partir de la moitié de l'intervention, nous nous sommes concentrée surtout sur les activités de battement de mesure. Les tâches impliquant des variations de vitesse étaient les plus difficiles pour lui. Cette rééducation spécifique de la mesure, mais également la pratique de la batterie en parallèle à la fin de la prise en charge, lui ont permis de progresser. En effet, la justesse du tempo est passée de 38,46% à 92,85%, ce qui concerne à la fois les séquences courtes et les séquences longues²⁴.

2.1.2.4 *Sujet D*

La remédiation a été effectuée sur 11 semaines. La totalité de l'expérimentation a duré 14 semaines. Ce sujet a bénéficié de la prise en charge la plus régulière et la plus courte du groupe.

24 Cf *Annexe 3*

Ce sujet, le plus âgé du groupe, a manifesté assez tôt une curiosité à propos de notre travail. Il est le seul sujet à avoir posé des questions sur l'intérêt de cette prise en charge particulière. Très vite, après quelques explications de notre part, il s'est investi dans cette rééducation et a semblé prendre plaisir à travailler ainsi. Nous avons cependant noté une baisse de régime à l'approche des épreuves du brevet blanc, vers la fin de notre intervention.

Comme nous l'avons évoqué plus haut, ce sujet présente des capacités rythmiques initiales relativement faibles compte tenu de son âge et en comparaison avec les sujets plus jeunes de ce groupe (*Figures 1 & 2*). L'intérêt du patient et sa maturité lui ont permis de vite progresser sur les exercices de rythme, passant des séquences simples à 5 ou 6 coups à des exercices utilisant des séries de 8 à 10 coups, et ce à sa demande. Il s'est montré avide de défi, souhaitant constamment se dépasser. Ces progrès sont mis en évidence par l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques, avec une progression de +2 points pour la version étalonnée, et +5 points sur la version enrichie (*Figures 1 & 2 ; Annexe 4*).

Le travail de la mesure en perception et en production a été plus difficile, et malgré le temps passé à y travailler, nous ne pouvons pas objectiver d'évolution nette (*Figure 3*). Néanmoins, comme pour le sujet A, il faut tenir compte du nombre d'items réussis pour analyser le taux de tempo. Même s'il évolue peu, le nombre réel de structures justes en terme de tempo augmente bel et bien entre le pré-test et le post-test.

2.1.2.5 *Sujet E*

L'expérimentation totale a duré 16 semaines, dont 14 semaines de remédiation. À l'image du patient A, la prise en charge a été régulière malgré les vacances scolaires.

Son adhésion à la prise en charge a été manifeste. Elle a été une patiente très enthousiaste et motivée, même si elle a eu tendance à vouloir négocier les consignes.

Les capacités initiales du sujet E sont dans la norme pour 6 ans (*Annexe 5*). L'étalonnage ne nous permet pas d'évaluer ses capacités par rapport à son âge, mais elles semblent correctes comparé à celles des sujets plus âgés du groupe (*Figures 1 & 2*).

Nous avons commencé les exercices sur le rythme avec des séquences trop longues (jusqu'à 9 coups), et des objectifs que nous avons dû revoir à la baisse dès la première séance. Cependant, en partant de séries plus courtes de 5 à 6 coups, nous avons réussi à lui faire atteindre des séries plus complexes jusqu'à 8 coups, réussies avec aide. Le fait que les aides soient presque systématiquement requises pour réussir nous indique que malgré ses capacités, elle n'est pas autonome, ni dans la perception, ni dans la production rythmique.

En ce qui concerne la perception et la production de la mesure, le taux de justesse du tempo mesuré en pré-test (>50%, *Figure 3*) nous laissait entendre que ses capacités métriques étaient faibles. Contre toute attente, les exercices de tempo ont été rapidement automatisés. C'est dans ce domaine qu'elle a fait le plus de progrès, puisqu'elle a été capable en fin de rééducation de s'adapter rapidement à des variations brusques de tempo, alors que les activités de battement de mesure étaient difficiles pour elle initialement.

Les résultats du post-test vont dans le sens des progrès constatés en séance. Pour les items simples étalonnés, la progression est de +1 item, et de +2 items complexes pour la version enrichie. La justesse du tempo augmente également de manière significative (45,45% en pré-test contre 69,23% en post-test), mais peut encore être perfectionnée.

2.2 Présentation et analyse des résultats en lecture

2.2.1 Présentation des résultats épreuve par épreuve

Les scores, temps et indices sont renseignés de façon brute pour chaque épreuve de lecture, ainsi que le taux d'autocorrections efficaces (TAE). Les colonnes « évolution » (E) précisent si la performance évolue positivement (+ en vert), ne progresse pas (= en orange), ou régresse (- en rouge).

Lecture de texte	L'Alouette								
	Précision (indice)			Vitesse (indice)			TAE		
Sujet	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E
A	82,22	84,55	+	111	115	+	29,72%	22,21%	-
B	92,45	89,81	-	277,35	276,38	-	42,00%	31,36%	-
C	88,2	93,81	++	172	182	++	22,57%	45,45%	++
D	92,07	94,33	+	217,42	257,14	+++	19,23%	39,99%	++
E	75,35	85,35	++	107	134	++	16,66%	25,80%	+

Tableau 7 : évolution pré-test/post-test pour l'épreuve de l'Alouette-R

Le Sujet A a légèrement progressé en précision et en vitesse de lecture. Néanmoins, son taux d'autocorrections efficace diminue. Son niveau de lecture ne varie pas, il correspond au niveau moyen d'un élève en octobre de CE1.

Le Sujet B a vu toutes ses performances diminuer, mais il est toujours le plus rapide à lire. Son niveau de lecture estimé a reculé de trois mois, de mars CE2 à décembre CE2.

Le Sujet C a progressé de manière homogène en vitesse et en précision. Il a obtenu le plus haut taux d'autocorrections efficaces sur cette épreuve en post-test. Son niveau scolaire estimé par l'épreuve de l'Alouette-R a augmenté d'environ deux mois.

Le Sujet D a augmenté significativement sa vitesse de lecture entre le pré-test et le post-test. Ses performances en précision et en autocorrections ont également augmenter. Son niveau scolaire estimé a progressé de dix mois.

Le Sujet E a vu augmenter toutes ses performances, et son niveau scolaire estimé est passé de août CP à Janvier CE1, c'est-à-dire une évolution positive de cinq mois.

Lecture de texte	M. Petit					
	MCLM (vitesse et précision)			TAE		
Sujet	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E
A	57	76	++	42,85%	75,00%	++
B	152	150	-	81,81%	33,33%	--
C	94	94	=	60%	50%	-
D	141	151	+	44,44%	100%	+++
E	86	80	-	44,44%	39,99%	-

Tableau 8 : évolution pré-test / post-test pour l'épreuve de M. Petit

Les résultats de cette épreuve ont mis en avant les progrès des patients A et D, les deux sujets qui ont le plus progressé en reproduction de cellules rythmiques. Ils ont augmenté tous les deux leur vitesse et leur précision de lecture, ainsi que leur taux d'autocorrections efficaces.

Les trois autres sujets n'ont pas progressé, voire régressent aussi bien en vitesse et précision qu'en autocorrection.

Lecture de mots	Irréguliers								
	Précision (score)			Vitesse (temps de lecture)			TAE		
Sujet	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E
A	5	7	+	48s	33s	+++	6,24%	0,00%	-
B	11	13	+	27s	23s	+	28,00%	14,52%	-
C	10	13	+	61s	45s	+++	0%	12,5%	+
D	18	18	=	20s	19s	+	0%	33,33%	++
E	5	7	+	46s	39s	++	0%	13,33%	+

Tableau 9 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de mots irréguliers

Seul le sujet D n'a pas progressé en précision de lecture, mais ses scores sont restés dans la norme pour l'étalonnage. Tous les autres sujets ont progressé de 2 à 3 points. Les temps ont tous été améliorés d'1 à 16 secondes. Deux sujets sur cinq ont vu leur taux d'autocorrections efficaces chuter, mais cela n'a pas impacté pas leur précision de lecture. Pour les trois autres, les autocorrections efficaces étaient absentes en pré-test et sont apparues en post-test, ce qui est très positif.

Lecture de mots	Réguliers								
	Précision (score)			Vitesse (temps de lecture)			TAE		
Sujet	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E
A	10	11	+	37s	36s	+	9,09%	9,99%	+
B	16	15	-	27s	21s	++	33,33%	25,00%	-
C	19	19	=	42s	40s	+	50%	0%	--
D	17	20	++	26s	20s	++	25%	100%	+++
E	10	15	+++	52s	48s	+	16,66%	50%	++

Tableau 10 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de mots réguliers

Comme pour l'épreuve précédente, tous les temps de lecture ont diminué, mais de manière moins importante (d'1 à 6 secondes).

Le sujet A a très légèrement progressé mais de manière uniforme.

Le sujet B est le seul dont le score de précision a diminué (-1 point). Son temps de lecture s'est amélioré mais pas au profit des autocorrections.

Le sujet C a conservé un score dans la norme en pré- et post-test, et son temps de lecture s'est légèrement amélioré (-2 secondes). Cependant on a noté une disparition des autocorrections qui ne l'a pas pénalisé dans sa lecture.

Le sujet D et le sujet E ont progressé tout particulièrement dans tous les domaines, avec respectivement +3 points et +5 points, -6 secondes pour tous les deux, et un TAE de 25% à 100% pour l'un, et de 16,66% à 50% pour l'autre.

Lecture de mots	Pseudo-mots								
	Précision (score)			Vitesse (temps de lecture)			TAE		
Sujet	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E	Pré-test	Post-test	E
A	8	10	+	49s	43s	++	0,00%	0,00%	=
B	10	11	+	32s	29s	+	17,99%	0,00%	-
C	16	16	=	46s	52s	--	0%	33,33%	++
D	13	16	++	32s	34s	-	0%	33,33%	++
E	9	14	+++	44s	65s	---	8,33%	33,33%	++

Tableau 11 : évolution pré-test/post-test pour la lecture de pseudo-mots

Le sujet A a évolué positivement pour cette épreuve (+2 points et -6 secondes), mais toujours sans recours aux autocorrections.

Le sujet B s'est légèrement amélioré en précision et en vitesse de lecture, au détriment des autocorrections qui disparaissent.

L'évolution des scores est identique à celle observée pour la lecture de mots réguliers pour les sujet C, D et E. Ces trois sujets sont ceux qui ont vu leur temps de lecture allongé, alors qu'ils ont obtenu les scores les plus hauts. Élément également intéressant, les autocorrections efficaces ont augmenté alors que le recours au sens est impossible, ce qui va également dans le sens d'une amélioration du décodage.

2.2.2 Présentation des différents taux de pauses en lecture à voix haute

Lecture de l'Alouette

Figure 4: Qualité des pauses

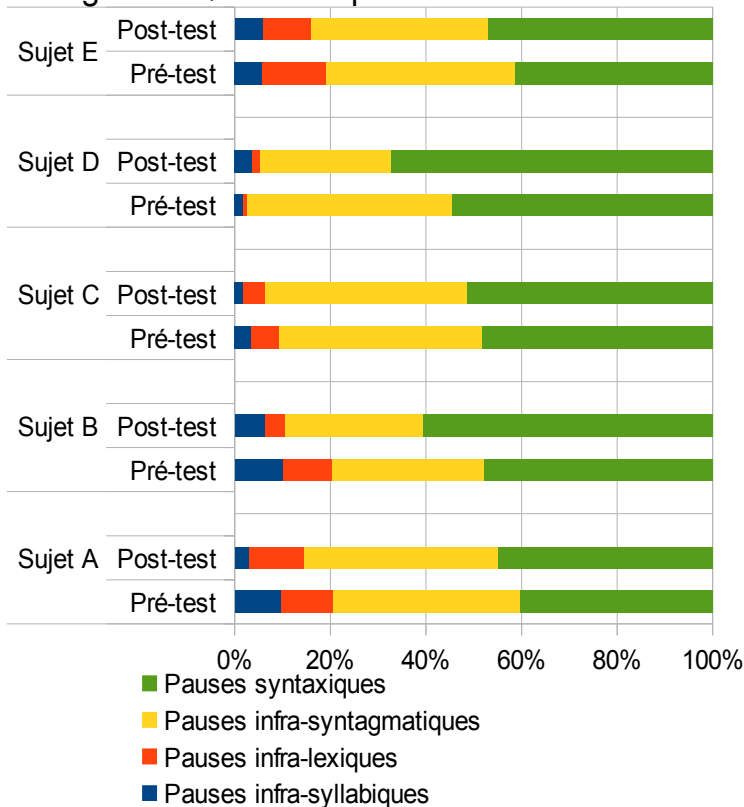
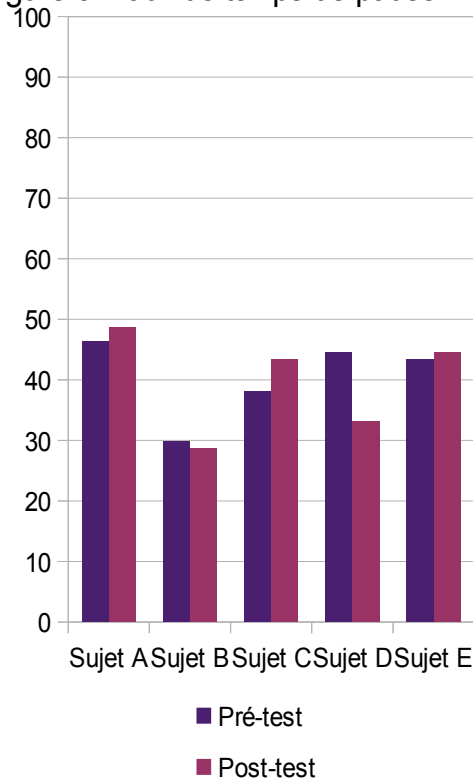


Figure 5: Taux de temps de pause



Lecture de M.Petit

Figure 6: Qualité des pauses

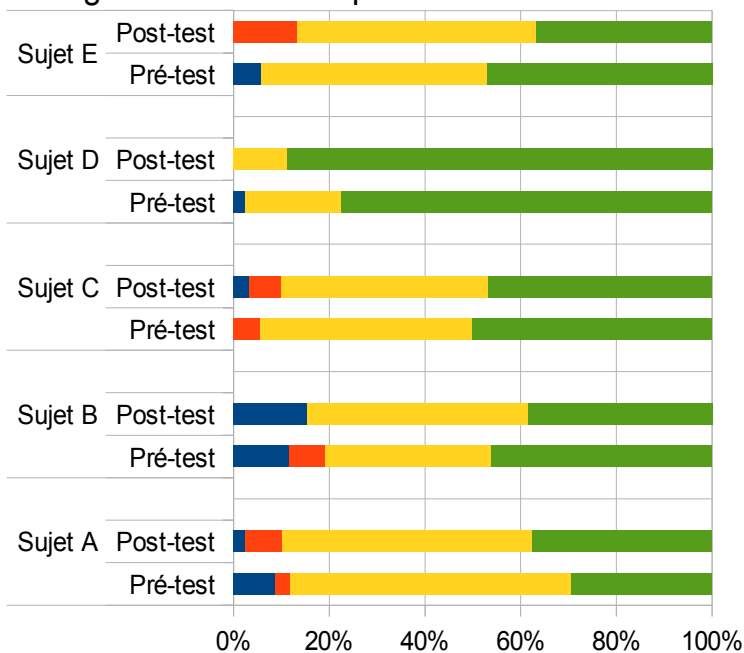
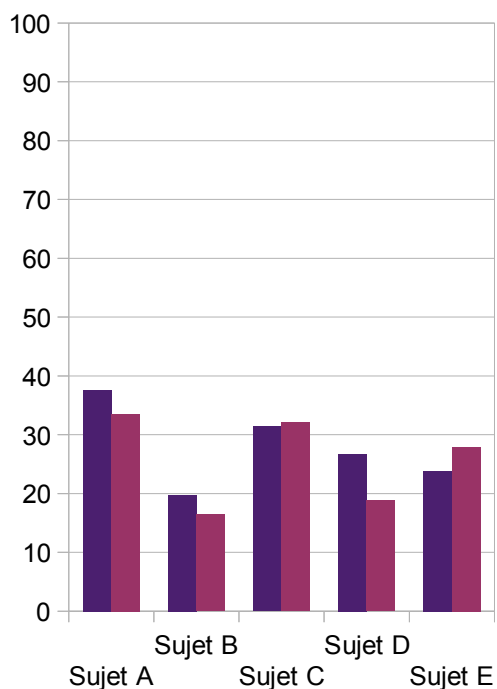


Figure 7: Taux de temps de pause



Les taux de pauses non respectées nous ont semblé trop variables pour être exploités.

2.2.2.1 *Comparaison des taux de pause*

Les pourcentages de temps de pause sont plus élevés pour la lecture de L'Alouette que pour la lecture de M. Petit, pour tous les sujets. La complexité et la ponctuation riche du premier texte à lire par rapport au second ont certainement été des facteurs importants de cette différence. Il est difficile de déterminer une tendance générale. Pour les sujets B et D, les taux pour les deux épreuves ont diminué entre le pré-test et le post-test. L'inverse s'est produit pour les sujets C et E. Seul le sujet A a présenté une évolution différente entre les deux tests, avec une augmentation du taux de pause pour l'Alouette et une diminution en post-test.

2.2.2.2 *Comparaison de la qualité des pauses*

Nous avons constaté une tendance générale à l'augmentation du pourcentage de pauses syntaxiques pour l'épreuve de l'Alouette, plus marquée pour les sujets B et D. Cette observation n'est cependant pas valable pour l'épreuve de M. Petit. Seuls les sujets B et A ont présenté une amélioration de la qualité de leurs pauses, ce qui semble aller de pair avec leurs progrès en vitesse et précision de lecture pour cette épreuve. À l'inverse, les sujets qui n'ont pas progressé pour l'épreuve de M. Petit ont présenté un taux de pauses syntaxiques plus faible en post-test qu'en pré-test.

2.2.3 *Analyse patient par patient*

2.2.3.1 *Sujet A*

Pour l'épreuve de l'Alouette, la lecture du patient A a très légèrement évolué entre les deux phases d'évaluation, mais pas de manière significative ni en terme de précision, ni en terme de vitesse (*Tableau 7*). Par contre, la lecture de M. Petit a mis en évidence de nets progrès au niveau de la précision et de la vitesse de lecture (*Tableau 8*).

Nous avons constaté pour ce sujet des variations qualitatives de la lecture au niveau des pauses. En post-test, les pauses naturelles ont été plus nombreuses qu'en pré-test pour les deux épreuves (*Figures 4 & 6*). Nous avons noté que les pauses non syntaxiques étaient plus nombreuses pour la lecture de M. Petit que pour l'Alouette, mais dans les deux cas elles ont légèrement diminué entre le pré-test et le post-test. Les pauses ont été très nombreuses lorsque ce sujet a lu (*Figures 5 & 7*), ce qui a rendu sa lecture très hachée, et plus particulièrement pour l'Alouette.

De manière générale, les scores et les temps de lecture se sont améliorés pour les épreuves de lecture de mots isolés (*Tableaux 9, 10 & 11*). Les autocorrections ont été plutôt rares, en comparaison avec l'épreuve de lecture de « M. Petit ». Le sujet A a donc semblé s'appuyer sur le contexte pour compenser ses troubles.

Les progrès constatés à toutes les épreuves vont tous dans la même direction : la précision et la vitesse de lecture ont été meilleures, mais l'évolution n'a pas permis au patient A de rattraper son retard de manière franche²⁵. Ces progrès n'ont pas été aussi importants que ceux que nous avons mesurés lors des épreuves de rythme.

2.2.3.2 *Sujet B*

Les résultats de l'épreuve de l'Alouette ont mis en évidence une chute des performances en lecture entre le pré-test et le post-test (Tableau 7), avec une régression estimée de 3 mois du niveau de lecture²⁶. Si le score de vitesse est resté stable, la précision a été fortement altérée. Cependant, la qualité des pauses s'est améliorée (le taux de pauses syntaxiques a augmenté, (*Figure 4*), mais cela n'a eu aucun impact sur la justesse de la lecture et les autocorrections.

Les performances initiales et finales de ce sujet pour la lecture de M. Petit sont restées dans la norme pour son niveau scolaire²⁷. Le score a tout de même baissé de deux points entre les deux évaluations. En ce qui concerne les autocorrections, le TAE (taux d'autocorrections efficaces) a diminué dans la mesure où le nombre de démarches de retour en arrière a

²⁵ Cf *Annexe 1*

²⁶ Cf *Annexe 2*

²⁷ Idem

diminué, mais toutes les autocorrections ont été efficaces (*tableau 8*). La qualité des pauses s'est fortement altérée entre la première évaluation et la seconde : les pauses non-syntaxiques ont dépassé les 60% en post-test (Figure 6). Ces résultats ne concordent pas avec ceux obtenus pour l'épreuve précédente, alors que le texte de M. Petit était plus simple à lire que celui de l'Alouette.

À l'épreuve de lecture des listes de mots, en pré- et en post-test, tous les scores en précision sont pathologiques, avec une chute de la performance en lecture de mots réguliers (*Tableau 10*). La vitesse de lecture est restée dans la norme en post-test, ce qui n'était pas le cas lors de l'évaluation initiale, mais au détriment des démarches d'autocorrection (*Tableaux 9, 10 & 11*).

D'après les résultats en lecture de mots isolés réguliers et pseudo-mots, le décodage n'a pas été amélioré par la rééducation. Les résultats en lecture de textes n'ont montré aucune évolution en terme de vitesse (puisque'elle était déjà dans la norme), mais ont mis en évidence une baisse de la précision, en particulier pour l'épreuve de l'Alouette (*Tableau 7*). Notre rééducation n'a visiblement pas profité au sujet B. Malgré tout, ce patient semble compenser spontanément ses difficultés principalement par l'accès au sens et par le contexte, déjà avant la remédiation, puisque l'épreuve de lecture de M. Petit a été réussie dès le pré-test. De plus, il a fait des progrès en lecture de mots irréguliers, alors que cette capacité n'a pas été travaillée par notre prise en charge.

De manière générale, pour le post-test, ce sujet s'est montré particulièrement pressé de terminer les épreuves de lecture proposées, ce qui a biaisé ses résultats. Cet empressement a été observé sur la lecture de l'Alouette et les listes de mots isolés, où nous avons noté une amélioration des temps de lecture au détriment des scores de précision et d'autocorrection.

2.2.3.3 *Sujet C*

À l'épreuve de l'Alouette, les performances en vitesse et en précision après la remédiation ont été meilleures (+2 mois d'évolution estimée²⁸), mais l'écart à l'âge réel du

28 Cf Annexe 3

patient s'est creusé d'un mois. Les autocorrections ont augmenté, ce qui a impacté négativement le temps de lecture. Cependant, elles sont devenues de plus en plus efficaces, ce qui a amélioré le taux de précision (*Tableau 7*). Nous avons noté en post-test un saut de ligne qui n'avait pas eu lieu en pré-test. Nous émettons l'hypothèse que la composante visuo-attentionnelle des troubles du sujet C reste présente, mais non pathologique. La qualité des pauses n'a pas évolué de manière significative.

Contrairement à l'épreuve précédente, ce sujet n'a pas évolué en terme de vitesse et de précision pour la lecture de M. Petit, et ses performances sont restées pathologiques (5ème percentile). Les autocorrections ont été moins nombreuses mais efficaces. La qualité des pauses est devenue légèrement moins bonne (*Figure 6*).

Les scores obtenus en lecture de mots isolés ont montré une amélioration nette de la précision et surtout de la vitesse pour les mots irréguliers (*Tableaux 9,10 & 11*). Nous n'avons pas noté de changement de la précision de lecture ni pour les mots réguliers avec un score qui est resté dans la moyenne, ni pour les pseudo-mots dont le score est resté non-pathologique. Au niveau de la vitesse, elle a légèrement diminué pour les mots réguliers, mais a significativement augmenté pour les pseudo-mots, ce qui montre que la tâche de décodage n'est pas automatisée alors que la voie d'adressage est de plus en plus fonctionnelle. Les autocorrections sont apparues pour les mots irréguliers et les pseudo-mots de manière efficace. Cette épreuve a montré des performances encore faibles au niveau des temps de lecture. Le décodage est resté bon bien que toujours très lent.

De manière générale, la précision de lecture semble avoir été améliorée, et en particulier grâce à la mise en place de la part de ce patient de démarches d'autocorrections spontanées. La qualité globale des pauses n'a pas changé, les taux de pauses syntaxiques et non-syntaxiques sont restées similaires pour les deux épreuves de lecture (*Figures 4,5,6 & 7*).

Les résultats aux tests ont donc montré des progrès, mais cette évolution peu importante n'a globalement pas permis de mettre en évidence l'effet de notre rééducation sur sa lecture. Cependant, lorsque nous avons interrogé le patient à titre d'information à la fin de la prise en charge, il nous a confié que sa lecture « *passait mieux* », qu'il la ressentait comme

étant plus fluide.

Nous sommes cependant curieuse de savoir si les cours de batterie auxquels il assiste régulièrement depuis la fin de l'intervention auront un impact sur ses capacités de lecture.

2.2.3.4 *Sujet D*

Pour la lecture de l'Alouette (*Tableau 7*), des progrès en lecture concernant la précision (-6 erreurs) et la vitesse (-27 secondes) ont été effectués pendant les trois mois de prise en charge (+10 mois d'évolution estimée²⁹). Les démarches d'autocorrections ont significativement augmenté (de 19,23% à 44,00%), ce qui est le signe d'un meilleur accès au sens. Leur efficacité a légèrement baissé (de 100% à 90,90%), mais leur taux de réussite est resté très élevé. Tous les chiffres collectés vont dans le sens d'une diminution du nombre et du temps total de pause, et d'une amélioration de leur qualité (*Figures 4 & 5*). La lecture est restée encore très hachée, mais elle est devenue nettement plus fluide en post-test qu'en pré-test.

Les résultats pour l'épreuve de lecture « M. Petit » en pré- et post-test concordent avec ceux obtenus pour l'épreuve précédente. En précision, le nombre d'erreurs est passé de 5 à 0, la vitesse a légèrement augmenté, ce qui a permis au sujet D de passer d'un niveau de lecture de 6ème à un niveau de lecture de 5ème, soit +1 an de progression (*Annexes 4 & 15*). Les erreurs initiales faisant l'objet d'une autocorrection en post-test ont davantage été des vérifications de doutes.

La qualité des pauses a connu une évolution qui n'a été observée que chez ce patient, à la fois pour la lecture de l'Alouette et pour la lecture de M. Petit (*Figures 4,5,6 & 7*). La maturité du patient couplée aux progrès effectués en séances peuvent expliquer ces performances très supérieures à celles obtenues par les autres sujets.

La lecture de mots irréguliers n'a pas connu d'évolution (*Tableau 9*), car les capacités d'adressage étaient déjà préservées initialement. En ce qui concerne les listes de mots réguliers et de pseudo-mots, les scores se sont nettement améliorés (*Tableau 10 & 11*), faisant

29 Cf *Annexe 4*

gagner au patient 2 ans en terme de niveau de lecture³⁰. Le temps de lecture des mots réguliers a diminué, alors qu'il a augmenté pour les pseudo-mots. Cela montre que le patient n'a pas encore tout à fait automatisé la procédure d'assemblage, mais que l'accès au sens est devenu efficace pour compenser ses troubles. Néanmoins, le recours aux autocorrections pour les pseudo-mots est intéressant dans la mesure où l'appui sur le sens est impossible.

Ce sujet a été celui qui a connu la progression la plus évidente en lecture, ce qui concorde avec ce que nous avons observé en rééducation. Comme en ont témoigné les résultats décrits ci-dessus, l'entraînement semble lui avoir beaucoup profité. Ses capacités rythmiques qui nous semblaient correctes ont été améliorées et sa lecture s'est fluidifiée.

2.2.3.5 *Sujet E*

Les scores en lecture se sont améliorés pour l'épreuve de l'Alouette (*Tableau 7*), avec une évolution du niveau de lecture estimée de + 5 mois³¹. Les autocorrections sont restées rares mais sont devenues plutôt efficaces. Quant aux pauses, elles sont restées nombreuses, longues et majoritairement mal placées dans la lecture (*Figures 4 & 5*). Aucune variation nette n'a été observée, mise à part une légère diminution du taux de pauses non naturelles entre le pré-test et le post-test.

En ce qui concerne l'épreuve de M. Petit, la précision de la lecture a été légèrement meilleure après l'intervention (-2 erreurs, *Tableau 8*). La vitesse de lecture a été fortement altérée par un taux de temps de pause en augmentation et par les autocorrections plus fréquentes mais peu efficaces. Le placement des pauses a été très majoritairement non naturel (*Figure 6*). Pourtant, même si les pauses naturelles ont été moins nombreuses, elles sont restées proportionnellement plus longues. Cela peut être le signe que la patiente a pris conscience de la valeur de ces temps de pause, et qu'elle a tenté de les mettre à profit pour anticiper sa lecture.

Les résultats obtenus pour les listes de mots sont globalement encourageants (*Tableaux 9,10 & 11*). En effet, tous les scores ont augmenté (+2 points pour les mots

30 Cf Annexe 4

31 Cf Annexe 5

réguliers, +5 points pour les mots réguliers et les pseudo-mots³²). Même si ces scores sont restés faibles pour son niveau scolaire, son évolution a été très positive. Les temps de lecture pour les mots réguliers et irréguliers ont diminué et les démarches d'autocorrections se sont faites plus fréquentes et toutes sont devenues efficaces. En ce qui concerne les pseudo-mots, l'augmentation du nombre d'autocorrections a participé à l'allongement important du temps de lecture (+21 secondes).

L'évolution de cette patiente a été globalement positive, hormis pour la lecture du texte de M. Petit. Nous nous attendions à des résultats plus probants au niveau de la qualité des pauses et de la fluidité, dans la mesure où nous avons beaucoup avancé dans la prise en charge avec cette patiente sur l'entraînement de la mesure.

32 Idem

Discussion et conclusion

1. Discussion des résultats et validation des hypothèses

L'objectif de notre expérimentation était d'évaluer l'intérêt thérapeutique d'un travail méthodique et spécifique du rythme et de la mesure dans la prise en charge orthophonique de la dyslexie phonologique.

Dans le premier temps de notre expérimentation, nous avons évalué les capacités rythmiques et métriques initiales de cinq sujets ayant un diagnostic de dyslexie à dominante phonologique. Pour cela, nous avons utilisé l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques issue de l'EVALO, étalonnée jusqu'à 6 ans 3 mois. Nous y avons ajouté cinq items complexes pour affiner notre observation des capacités rythmiques et métriques supérieures. Grâce à cette évaluation, nous avons pu récolter des données sur les capacités de perception et de reproduction de séries de coups rythmés de ces sujets dyslexiques, ainsi que sur leur conscience de la mesure et leur capacité à respecter le tempo.

Les résultats obtenus en pré-test pour l'épreuve étalonnée de l'EVALO (Coquet, Ferrand & Roustit, 2009), présentés et analysés patient par patient (pp. 65-71) n'ont pas suffi à objectiver un déficit des capacités rythmiques et métriques chez tous les sujets. Seul le sujet A a présenté un déficit au niveau rythmique quantifiable en terme d'écart à l'âge réel, qui a été mesuré avec l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques. La version complétée de cette épreuve n'a pas été suffisamment sensible aux différents niveaux de compétence de reproduction rythmique et métrique de chaque patient. Faute d'étalonnage, il nous a été impossible de mesurer précisément leurs capacités propres et d'évaluer leur niveau en terme d'écart à l'âge réel. Cependant, nous avons noté que les trois sujets ayant obtenu des résultats situés en dessous de la barre de 50% de justesse du tempo sont ceux qui ont obtenu les meilleurs scores en réussite. Cela peut être le signe que plus les séquences s'allongent et se complexifient, et plus les sujets s'éloignent du tempo imposé pour se concentrer sur le nombre et l'organisation des coups entre eux.

Pourtant, lors des séances de rééducation, nous avons constaté chez tous les sujets des difficultés de perception et de production rythmique et métrique. En ce qui concerne le travail du rythme, tous ont eu tendance à confondre les groupes de coups rapprochés tant en perception qu'en production (trois coups rapprochés perçus comme deux, ou quatre coups rapprochés reproduit en trois coups, par exemple). Au niveau de la mesure, ils ont tous débuté la prise en charge en étant incapables de respecter la vitesse d'un tempo sur la durée. Ces constats ont mis en évidence le décalage entre les résultats corrects obtenus à l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques pour quatre des cinq patients, et leurs capacités réelles constatées pendant la prise en charge.

Notre première hypothèse était que les sujets dyslexiques présentaient un déficit du traitement du rythme et de la mesure non-linguistique. L'outil d'évaluation que nous avons utilisé ne nous a pas permis de mettre en évidence les difficultés que nous avons observées lors de la rééducation. Pour vérifier notre hypothèse de manière objective, il nous aurait fallu un outil d'évaluation du rythme et de la mesure fiable et étalonné pour une population plus âgée que la population visée par l'épreuve originale. Faute de résultats probants pour l'épreuve utilisée, nous ne pouvons pas confirmer notre hypothèse.

À la suite de l'évaluation initiale, une phase de rééducation axée sur les capacités rythmiques et métriques en perception et en production a été mise en place. Nous avons utilisé l'outil musical avec les cinq patients de notre population pour travailler de manière spécifique et ludique ces capacités ciblées. Notre rééducation, qui a remplacé la prise en charge habituelle, a été suivie sur dix séances de trente minutes chacune. Au terme de l'expérimentation, nous avons procédé aux post-tests.

En comparant les résultats obtenus en pré-test et en post-test pour l'épreuve de reproduction de cellule rythmique, nous avons constaté que tous les sujets ont évolué à la suite de la rééducation. Cependant, les progrès effectués ont été très hétérogènes au sein du groupe.

D'un côté, en reproduction de cellules rythmiques, deux sujets (A et D) ont progressé de manière nette. Le sujet A a gagné quatre points sur l'épreuve étalonnée de reproduction rythmique et le sujet D a gagné cinq points sur la version enrichie de cette épreuve. Deux autres sujets (C et E) ont progressé dans une moindre mesure avec un gain de un à deux points entre les deux phases d'évaluation. Un seul sujet (B) n'a pas progressé pour cette épreuve puisqu'il a perdu un point pour la version étalonnée, et deux points pour la version enrichie entre le pré-test et le post-test.

De l'autre côté, dans le domaine de la perception et de la production de la mesure, les trois sujets (B, C et E) ayant le moins progressé en rythme ont sensiblement amélioré leur sens du tempo. Les deux autres sujets (A et D) n'ont pas ou peu progressé dans ce domaine.

Sur les cinq sujets de notre population, quatre ont progressé au niveau de leurs capacités rythmiques, et quatre également ont amélioré leurs capacités métriques. Les deux sujets A et D ayant les capacités rythmiques les plus faibles du groupe, et étant respectivement le plus jeune et le plus âgé des cinq sujets, sont ceux qui ont le plus progressé au niveau rythmique pur, et le moins évolué au niveau métrique pur, alors qu'ils ont tous les deux obtenus les meilleurs taux de justesse du tempo lors de l'évaluation initiale. La tendance est inversée pour les trois sujets B, C et E ayant obtenu en pré-test les scores les plus élevés en reproduction de cellules rythmiques et les plus faibles en taux de justesse de tempo. Ils ont tous les trois davantage évolué dans le domaine de la perception et de la production de la mesure que dans le domaine du rythme. Les progrès effectués par chaque sujet ne semblent donc pas corrélés à leur âge, mais plutôt à leurs capacités rythmiques et métriques initiales.

Notre seconde hypothèse était de savoir s'il était possible d'améliorer les capacités rythmiques et métriques déficitaires par des techniques d'étayage-estompage dans le cadre d'une prise en charge orthophonique spécifique. Nous pouvons confirmer cette hypothèse, puisque nous avons réussi à travailler sur les capacités rythmiques et métriques de manière spécifique en séances, et que nous avons pu mesurer les progrès propres à chaque patient.

Cependant, comme pour l'hypothèse précédente, nous ne pouvons pas situer les performances obtenues par rapport à un étalonnage, même si nous pouvons objectiver une

amélioration des performances grâce à l'analyse des scores bruts. L'épreuve de reproduction de cellules rythmiques et les items complexes supplémentaires ne nous permettent pas de quantifier objectivement l'évolution en écarts-types par exemple. Nous avons évoqué plus haut que les items que nous avons ajoutés à l'épreuve de l'EVALO (Coquet, Ferrand & Roustit, 2009) n'étaient pas suffisamment sensibles aux différents niveaux des capacités rythmiques en pré-test. Cependant, lors du post-test, les items additionnels nous ont renseigné sur les progrès effectués par le sujet D par rapport aux séquences longues et complexes.

Il serait intéressant de réaliser une version plus aboutie de notre version de l'épreuve de reproduction de cellules rythmiques. Il faudrait privilégier les variations de séquences courtes et complexes (comme les suites 4 coups/ 2 coups) plutôt que les séquences longues (à partir de sept coups). Ainsi, cet outil pourrait nous renseigner plus précisément sur la perception et la production des coups rapprochés, tout en levant la difficulté mnésique des séries plus longues.

Les cinq sujets dyslexiques ont été soumis à deux sessions d'évaluation de leurs capacités de lecture, l'une préalablement à la rééducation, l'autre au terme de l'expérimentation. Pour ce faire, nous avons utilisé deux tests de lecture de texte : en premier, l'Alouette, un texte complexe dans la mesure où le vocabulaire et les structures syntaxiques utilisées sont peu fréquentes ; et en second, M. Petit qui est plus simple à lire que le précédent. Nous avons également évalué la lecture de mots isolés sous forme de trois listes de mots : vingt mots irréguliers, autant de mots réguliers et de pseudo-mots, pour nous donner des indices sur l'utilisation des deux voies de lecture – l'assemblage et l'adressage – par ces sujets. L'ensemble des résultats en lecture présentés par épreuve et analysés pour chaque patient isolément (pp. 71-82) ainsi qu'en perception et production rythmique et métrique aux pré- et post-tests nous a permis d'extraire trois profils de notre population :

- Le premier profil est caractérisé par des capacités rythmiques initiales faibles, des capacités métriques initiales relativement préservées et un fort taux de progression générale en lecture. Il est représenté dans notre population par les sujets A et D, qui ont globalement progressé dans toutes les épreuves, en particulier en rythme, et qui

présentaient des capacités rythmiques plutôt faibles pour leur âge. Ce sont les deux seuls qui ont amélioré leur lecture sur l'épreuve de lecture de M. Petit, ce qui montre que les progrès réalisés dépassent les compensations par le contexte qu'ils avaient pu mettre en place spontanément. Leurs progrès sont observables à tous les niveaux, en précision, en vitesse et en autocorrections.

- Le deuxième profil est caractérisé par des capacités initiales préservées en perception et production rythmique et faibles en perception et production métrique, un fort taux de progression de la justesse du tempo et des progrès hétérogènes en lecture. Les sujets C et E entrent dans ce cadre. Leurs progrès sont moins importants en reproduction de cellules rythmiques mais beaucoup plus évidents en terme de respect du tempo. En ce qui concerne la lecture, nous avons constaté des progrès en particulier en précision de lecture de mots isolés. Comme en témoigne leur évolution sur la lecture des mots irréguliers et réguliers, il semblerait que leur utilisation de la voie d'adressage soit plus efficace. La lecture des pseudo-mots montre que le décodage est meilleur, mais l'allongement du temps de lecture révèle que l'utilisation de la voie d'assemblage requiert un effort de concentration intense pour être efficace. En lecture de textes, les deux sujets C et E progressent de manière homogène pour l'Alouette en précision, en vitesse et en autocorrections, mais contrairement aux sujets A et D, ils ne progressent pas sur l'épreuve de lecture de M. Petit, qui est pourtant un texte plus simple à lire que l'Alouette. Nous émettons l'hypothèse que ces patients utilisent les deux voies de lecture de façon plus efficace, mais que ces progrès entrent en conflit avec les stratégies de compensation par le contexte qu'ils ont mis naturellement en place en lecture de texte. Cela expliquerait d'une part l'absence totale de progrès pour la lecture du texte le plus simple (M. Petit), et l'amélioration sensible de la lecture pour le texte de l'Alouette, pour lequel la compensation par le contexte est inefficace.
- Le troisième profil est caractérisé par des capacités initiales préservées en lecture de texte et en perception et production rythmique, et par une baisse globale des performances dans ces deux domaines. Seules les capacités métriques faibles en pré-test s'améliorent suite à la prise en charge. Il s'agit d'un profil proche du deuxième type de sujets au niveau des capacités initiales, mais qui s'en distingue par le fait que les

progrès sur la lecture sont très limités, voire absents. Le sujet B qui correspond à ce profil n'a en effet progressé que sur le traitement de la mesure, et dans une moindre mesure en précision et en vitesse de lecture de mots irréguliers et de pseudo-mots. Nous faisons l'hypothèse que ce profil à part est en réalité apparenté au deuxième profil. L'évolution limitée qui a été mesurée en post-test peut-être liée à l'empressement du sujet à finir les épreuves de lecture le plus vite possible, ce qui a représenté un biais important dans l'étude du transfert des progrès en perception et production rythmique et métrique sur les capacités de lecture.

Les trois profils que nous présentons ci-dessus ont été formés à partir des similitudes des résultats obtenus pour nos sujets et compte tenu du nombre limité d'individus dans notre population d'expérimentation. Une étude similaire effectuée sur une population plus large constituée de sujets d'âge proche et de même niveau scolaire, dans le but de balayer tous les effets possibles de la rééducation spécifique des capacités rythmiques et métriques sur les capacités de lecture des sujets dyslexiques, pourrait permettre d'enrichir notre classification et de préciser les différents types de profils.

Nous avons construit un outil d'évaluation de la qualité des pauses dans la lecture de textes dans l'espoir de mettre en évidence des progrès dans ce domaine. Nous pensions qu'une rééducation des capacités rythmiques et métriques aurait un effet sur la fluidité de la lecture. En l'absence d'étalonnage, il nous a été difficile d'analyser les données fournies par cet outil. Prises pour chaque patient individuellement, elles ont permis d'ajouter un point de vue sur la qualité de la lecture des patients, sans toutefois pouvoir dégager une tendance générale.

Notre troisième hypothèse était qu'une rééducation spécifique et exclusive aurait un impact positif sur les capacités de lecture des sujets. Les résultats en lecture des sujets A, C, D et E vont dans le sens d'un transfert des capacités de perception et de production du rythme et de la mesure vers la lecture. Nous ne pouvons cependant pas généraliser nos conclusions à tous les patients. L'âge ne semble pas avoir eu d'impact sur les progrès effectués, puisque les sujets A et E, ayant un très proche et le même niveau scolaire, ne présentent pas le même profil, de même pour les sujets B et C qui ont quelques mois d'écart en terme d'âge.

Malgré la volonté d'homogénéiser la population en terme de type de dyslexie, les difficultés propres à chaque patient se sont révélées très différentes, ce qui explique la diversité des effets de la prise en charge sur la lecture et les capacités rythmiques et métriques.

2. Conclusion générale et perspectives

Le constat de départ de notre recherche était que les sujets dyslexiques présentaient des difficultés à scander, ce qui rend impossible le recours à cette pratique pour faciliter la perception des phonèmes. Nous avons recherché l'origine de ces troubles et nous nous sommes rapidement orientée vers un déficit des capacités rythmiques. Le rythme est à l'heure actuelle au centre de recherches qui tendent à mettre en évidence une corrélation entre la pratique intensive centrée sur le rythme et l'amélioration de la lecture oralisée.

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons souhaité étudier l'effet d'une rééducation orthophonique spécifique articulée autour d'exercices de perception et de production rythmique et métrique sur les scores aux épreuves utilisées en lecture des sujets dyslexiques.

Les résultats obtenus nous ont permis de mettre en lumière la possibilité d'améliorer ces capacités de perception et de production du rythme et de la mesure. Nous avons également constaté que la rééducation n'a pas eu un effet similaire sur tous les sujets. Le transfert des capacités rythmiques et métriques sur les compétences de la lecture a été avéré pour les sujets ayant progressé en perception et en production rythmique et métrique. Plus les progrès dans ces capacités ont été importants, et plus le transfert a semblé manifeste. Pour l'un des sujets cependant, l'effet de la prise en charge a été limité.

Plusieurs facteurs non maîtrisables ont participé à la diversité des résultats obtenus avec ces cinq patients, par exemple la motivation et l'implication dans la prise en charge, la régularité et l'intensité des séances, et les inclinations personnelles envers la pratique musicale en général.

De plus, un certain nombre de contraintes temporelles et matérielles ont influencé la mise en place de cette recherche, et n'ont pas permis de la conduire dans des conditions optimales. Par exemple, le choix des outils d'évaluation, la mise en œuvre en « urgence » du plan de rééducation, ont joué un rôle certain. Nous soulignons en particulier que l'effet retest³³ représente un biais important de l'analyse des résultats obtenus. Cependant, malgré l'impossibilité de considérer ces résultats de manière objective, un certain nombre d'éléments intéressants ont émergé de ce mémoire.

Comme évoqué plus haut (p .86), l'outil de mesure de la qualité des pauses dans la lecture à voix haute n'a pas permis de fournir des résultats pertinents. Malgré cela, l'étude de la qualité des pauses semble être une perspective intéressante. En effet, une telle analyse pourrait renseigner les professionnels sur une nouvelle dimension de la lecture des patients dyslexiques, qu'il nous semblerait intéressant d'approfondir. Nous émettons l'hypothèse que la lecture à haute voix des sujets dyslexiques présente des particularités spécifiques au niveau de l'organisation des pauses, même si nous n'avons pas pu les mettre en évidence et nous servir de l'outil ici créé pour enrichir réellement nos observations.

Dans le cadre de cette étude, nous avons manqué de données objectives pour valider l'hypothèse que les sujets dyslexiques ont des capacités de perception et de production rythmique et métrique déficitaires. Pour pouvoir créer ces données objectives, il aurait fallu avoir à disposition un outil complet d'évaluation des capacités rythmiques et métriques, adapté à l'âge de la population. La première perspective que nous proposons pour cette étude est de mettre au point cet outil d'évaluation puis de l'étalonner pour une population plus âgée que celle visée par l'EVALO. À l'aide d'un tel outil, il serait possible d'établir une norme selon l'âge et donc de confirmer ou d'infirmier notre hypothèse. Si elle venait à se confirmer, l'évaluation des compétences de perception et de production du rythme et de la mesure pourrait trouver légitimement sa place dans le cadre d'un bilan orthophonique et orienter le diagnostic de la dyslexie.

Les étapes de la prise en charge de la dyslexie parcourent toutes les capacités associées à la lecture, c'est-à-dire les compétences métamétaphonologiques, visuo-attentionnelles, la

³³ Le laps de temps entre le pré-test et le post-test a été relativement court, ce qui a eu un effet sur la lecture des sujets.

mémoire à court terme et la mémoire de travail. L'utilisation du rythme et de la mesure dans cette rééducation n'agit pas uniquement sur ces paramètres de manière isolée, mais sur toutes à la fois, car les exercices rythmiques et métriques mobilisent avant tout la dimension temporo-séquentielle de l'attention et de la mémoire à court terme. Il serait intéressant d'étudier plus en détail les relations entre les capacités de traitement séquentiel et les capacités métamétaphonologiques, l'empan mnésique à court terme et de travail, les notions visuo-attentionnelles telles que les mouvements de saccade et la fenêtre attentionnelle.

Dans le but d'affiner la méthodologie de la prise en charge proposée dans cette recherche, il serait pertinent de mettre en place une étude comparant plusieurs façons de pratiquer cette rééducation, en terme de régularité, de durée et d'intensité des séances, de manière à apprécier l'efficacité des différents modes de prise en charge sur les capacités rythmiques et métriques, les capacités métaphonologiques et les capacités de lecture.

Étant donné le choix d'étudier une population de sujets dyslexiques avec une dominante phonologique, il serait pertinent de comparer l'effet d'une prise en charge similaire sur un groupe de sujets ayant un diagnostic de dyslexie de surface. Cela permettrait de vérifier l'hypothèse selon laquelle un trouble global du traitement du rythme et de l'information séquentielle est généralement associé aux troubles spécifiques de la lecture, quel que soit le type de dyslexie. Autrement dit, il s'agirait de voir si ces troubles globaux du traitement du rythme et de la mesure sont limités à la modalité auditive ou s'ils concernent également les processus cognitifs visuo-attentionnels, et les mécanismes de la mémoire immédiate et de la mémoire de travail. L'approche de la gestion mentale nous semble être un complément intéressant à la rééducation rythmique et métrique, dans la mesure où il s'agit de rechercher les canaux préférentiellement utilisés par les patients comme modes d'entrée, de mémorisation et de sortie des informations linguistiques. Ainsi, une fois que ces modalités sont connues du sujet et de son thérapeute, le choix de la ou des techniques d'étayage-estompage les plus adaptées est facilité.

En tant que future professionnelle, cette recherche nous a permis d'envisager la dyslexie avec un regard enrichi, qui ne se limite plus à l'opposition symptomatique des deux

principaux tableaux cliniques. L'hypothèse d'un trouble global du traitement séquentiel et rythmique de l'information ouvre de nouvelles perspectives de rééducation à exploiter, là où de nombreux professionnels se trouvent démunis face aux troubles résistants que sont les troubles dyslexiques.

Au delà de la dyslexie, comme nous l'évoquions en introduction, l'utilisation du rythme (et de la mesure) peut s'appliquer à de nombreux domaines prise en charge en orthophonie. Elle peut contribuer à stimuler les capacités métaphonologiques déficitaires communes à tous les troubles du langage oral, qu'ils soient acquis ou développementaux, chez l'adulte comme chez l'enfant. Nous pensons que ce type de prise en charge a sa place dans l'éducation précoce des jeunes enfants pour qui l'entrée dans le langage et la parole nécessite une attention toute particulière. Au terme de cette recherche, il nous semble évident que le rythme et la mesure seront des outils précieux qu'il nous faudra approfondir dans notre pratique orthophonique future.

Bibliographie

- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*. Aldine Pub. Co.
- Babut, C. (1983). *Rééducation des troubles de la parole et du langage chez des enfants entendants, âgés de six à dix ans, par l'application des principes des méthodes audiovisuelle structuro-globale et verbo-tonale unifiées*. Université Pierre et Marie Curie, CHU Pitié-Salpêtrière, Paris.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Clarendon Press.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1975). *Psychology of Learning and Motivation*. Academic Press, Londres.
- Bailleul, N. (2010). *Intérêt de la thérapie mélodique et rythmée dans la prise en charge du trouble de l'intelligence de l'adolescent et l'adulte porteur de trisomie 21*. Université de Bordeaux II.
- Baron, D. (1972). *Education du rythme, son importance dans la rééducation de l'enfant sourd, approche de la méthode verbo-tonale*. Université François Rabelais, UFR de médecine, Tours.
- Barrouillet, P., Billard, C., De Agostini, M., Démonet, J.-F., Fayol, M., Gombert, J.-E., Habib, M., Le Normand, M.-T., Ramus, F., Sprenger-Charolles, L., Valdois, S. (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : Bilan des données scientifiques*. Les éditions Inserm, Paris.

- Bedoin, N. (2016). Apports de la neuropsychologie dans les troubles spécifiques du langage écrit. p. 1-63 In Kremer, J.-M., Lederlé, E. & Maeder, C. (eds) *Guide de l'orthophoniste* (Vol. III). Lavoisier-Médecine sciences, Paris.
- Benveniste, E. (1966). *Problèmes de linguistique générale* (Vol. 1). Gallimard, Paris.
- Benzaquen, Y. (1987). *De la méthode verbo-tonale au chant ou du geste corporel au geste vocal dans la rééducation du chanteur lyrique*. Université Pierre et Marie Curie, CHU Pitié-Salpêtrière, Paris.
- Bessac, J. (2013). *Troubles des apprentissages : dictionnaire pratique : dyslexie, dysphasie, dyspraxie, TAC, dyscalculie, dysorthographe, TDA/H, autisme, scolarisation, insertion professionnelle*. Tom Pousse, Paris.
- Bigot, M., & Sadoulet, P. (2012). *Rythme, langue, discours*. Lambert-Lucas, Limoges.
- Boder, E. (1973). Developmental Dyslexia: a Diagnostic Approach Based on Three Atypical Reading-spelling Patterns. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 15(5), p. 663-687.
- Bourassa, L. (2011), « La forme du mouvement (sur la notion de rythme) », *Rhuthmos*.
- Boysson-Bardies, B. de. (1996). *Comment la parole vient aux enfants*. Odile Jacob, Paris.
- Brèthes, H., & Bogliotti, C. (2012). Rôle de la morphologie chez les enfants dyslexiques: étude des effets d'un entraînement morphologique. *SHS Web of Conferences*, 1, p.1537-1554.
- Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E., & Masy, V., (2011). *Dictionnaire d'orthophonie*. Ortho Edition, Isbergues
- Burgess, N., & Hitch, G. J. (1999). Memory for serial order: a network model of the phonological loop and its timing. *Psychological Review*, 106(3), 551-581

- Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., & Ziegler, J. C. (2008). Lien entre dénomination rapide et lecture chez les enfants dyslexiques. *L'Année Psychologique*, 108(4), 395.
- Charpentier, L., & André, J. (2013). *Création d'un matériel rythmique pour améliorer l'intelligibilité de la parole chez l'enfant déficient auditif: un complément au rythme musical de la méthode verbo-tonale*. Université du droit et de la santé, Institut d'orthophonie, Lille.
- Chassagny, C. (1977). *Pédagogie relationnelle du langage*. Presses universitaires de France, Paris.
- Organisation Mondiale de la Santé (1993). *Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes : CIM-10*. OMS. 1993-1996, Genève.
- Cochet, J., Weill, M., & Courtois, N. (2014). *Matériel multimodal et capacités métaphonologiques chez cinq enfants porteurs de troubles du spectre autistique*. Université François Rabelais, UFR de médecine, Tours.
- Dasher, R., & Bolinger, D. (1982). On pre-accentual lengthening. *Journal of the International Phonetic Association*, 12(2), 58–71
- Dauer, R. M. (1987). Phonetic and Phonological Components of Language Rhythm. *XIth International Congress of Phonetic Science*, 5.
- Dehaene, S. (2007). *Les neurones de la lecture: La nouvelle science de la lecture et de son apprentissage*. Odile Jacob, Paris.
- Delahaie, M. (2009). *L'évolution du langage de l'enfant: de la difficulté au trouble*. Éd. INPES, Saint-Denis.
- Di Cristo, A. (2003). De la métrique et du rythme de la parole ordinaire : l'exemple du français. *Semen. Revue de sémio-linguistique des textes et discours*, (16).

- American Psychiatric Association (2013), *DSM-5 : diagnostic and statistical manual of mental disorders*. American Psychiatric Publishing, Washington (D. C.).
- American Psychiatric Association (1994), *DSM-IV : diagnostic and statistical manual of mental disorders*. American Psychiatric Publishing, Washington (D.C.).
- Dunoyer de Segonzac, M. (1991). *Pour que vibre la Dynamique Naturelle de la Parole*. Editions E.Robert, Lyon.
- Dutilleul, M., & Luu, M.-K. (2013). *Quand les Alphas rencontrent la dynamique naturelle de la parole: création d'un protocole pour la rééducation des confusions métaphonologiques en combinant la méthode de la planète des Alphas et la DNP*. Université de Picardie, Amiens.
- Echenne, B. (2002). Dyslexie dysorthographe: définition, bases neurologiques et physiopathologiques. *Archives de pédiatrie*, Supplément 2(9), 262–264.
- Estienne, F. (1985). *Plaisir et langage: jeux du langage, précédés d'une réflexion sur la notion de rééducation du langage écrit*. Editions Universitaires, Paris.
- Fagnou, J.-C. (1975). *La méthode verbo-tonale*. Université de Nantes, Faculté mixte de médecine et de pharmacie, Nantes.
- Flaunacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Montico, M., Zoia, S., & Schön, D. (2015). Music Training Increases Phonological Awareness and Reading Skills in Developmental Dyslexia: A Randomized Control Trial. *PLOS ONE*, 10(9), e0138715.
- Flaunacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Zoia, S., Buda, S., Tilli, S., Monasta, L., Montico, M., Sila, A. Ronfani, L., Schön, D. (2014). Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 392.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. *Surface Dyslexia*, 32, 301–330.

- Fusty-Raynaud, S., & Morel, G. (1975). *Rééducation par le rythme chez l'enfant IMC*. Université Claude Bernard, Institut des sciences et techniques de réadaptation, Lyon.
- Goldstein, S., & Reynolds, C. R. (2011). *Handbook of Neurodevelopmental and Genetic Disorders in Children*. Guilford Press.
- Gubérina, P. (1965). *La méthode verbo-tonale et son application dans la rééducation des sourds*. Centar Suvag, Zagreb.
- Gubérina, P. (1984). Bases théoriques de la méthode audio-visuelle structuro-globale. In *Aspects d'une politique de diffusion du FLE depuis 1945*. CREDIF/Hatier, Paris.
- Habib, M., & Commeiras, C. (2014). *Mélodys. Remédiation cognitivo-musicale des troubles de l'apprentissage*. De Boeck Supérieur / Solal, Paris.
- Hyafil, A., Fontolan, L., Kabdebon, C., Gutkin, B., & Giraud, A.-L. (2015a). Speech encoding by coupled cortical theta and gamma oscillations. *eLife*, 4, e06213.
- Hyafil, A., Giraud, A.-L., Fontolan, L., & Gutkin, B. (2015b). Neural Cross-Frequency Coupling: Connecting Architectures, Mechanisms, and Functions. *Trends in Neurosciences*, 38(11), 725– 740.
- James, A. L. (1940). *Speech Signals in Telephony*. Sir I. Pitman & sons, Londres.
- Joseph, L. M., McCachran, M. E., & Naglieri, J. A. (2003). PASS cognitive processes, phonological processes, and basic reading performance for a sample of referred primary-grade children. *Journal of Research in Reading*, 26(3), 304–314.
- Jumel, B. (2015). *Troubles des apprentissages : approche intégrative: définitions et discussions, tests et évaluation, observations cliniques détaillées*. Dunod , Paris.
- Ladefoged, P. (1975). *A course in phonetics*. Harcourt Brace Jovanovich, New York.

- Launay, L. (2016). Le soin orthophonique dans la prise en charge du patient dyslexique/dysorthographique. p. 109-137, In Kremer, J.-M., Lederlé, E. & Maeder, C. (eds) *Guide de l'orthophoniste*, (Vol. III). Lavoisier Médecine sciences, Paris.
- Lederlé, E. (2013). Des modes d'intervention et des pratiques rééducatives en matière de troubles développementaux spécifiques du langage écrit ou dyslexies. p. 9-66, In Rousseau, *Les approches thérapeutiques en orthophonie* (Vol. 2). Ortho Edition, Isbergues.
- Lieberman, A. M., & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21(1), 1–36.
- Lobier, M., & Valdois, S. (2009). Prise en charge des dyslexies développementales : critères d'évaluation. *Revue de neuropsychologie*, 1(2), 102–109.
- Lucci, V. (1982). *Étude phonétique du français contemporain à travers la variation situationnelle: (débit, rythme, accent, intonation, a muet, liaisons, phonèmes)*. Université des langues et lettres, Grenoble.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. Basic Books ; New York.
- Maeder, C. (2016). Les troubles non spécifiques de la lecture. In Kremer, J.-M., Lederlé, E. & Maeder, C.(eds) p.141-148 *Guide de l'orthophoniste*, (Vol. III). Lavoisier Médecine sciences, Paris.
- Marquignon, C. (2009). *Effets d'un atelier " Dynamique naturelle de parole", DNP, sur l'articulation et la parole de quatre adolescents porteurs d'une trisomie 21 avec troubles associés: étude de cas*. Université de Bordeaux II.
- Maudet, M. (2015). *Les apports de la méthode verbo-tonale pour une population de jeunes dysphasiques*. Université de Poitiers, UFR de médecine et de pharmacie, Poitiers.
- Mazaleyrat, J. (1995). *Éléments de métrique française*. A. Colin, Paris.

- Meschonnic, H. (1974). Fragments d'une critique du rythme. *Langue française*, 23(1), 5–23.
- Meyer, I. (1985). *Le développement de la communication de l'enfant sourd dans le cadre de rééducations par la méthode verbo-tonale*. Université Pierre et Marie Curie, CHU Pitié-Salpêtrière, Paris.
- Misès, R. (2012). *Classification française des troubles mentaux de l'enfant et de l'adolescent R-2012 : correspondances et transcodage CIM 10.* : Presses de l'École des hautes études en santé publique, Rennes.
- Muneaux, M., & Ducrot, S. (n.d.). Capacités oculomotrices, visuo-attentionnelles et lecture : un autre regard sur la dyslexie. *Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant - A.N.A.E.*, p.137-146.
- Nespor, M. (1990). On the rhythm parameter in phonology. *Logical Issues in Language Acquisition*.
- Pelé, B. (1972). *La méthode verbo-tonale: son application dans une classe de démutisation de déficients auditifs* (Mémoire). Université François Rabelais, UFR de Médecine, Tours.
- Perdrix, R. (2016). Dyslexie développementale: méthodologie diagnostique, clinique orthophonique. p. 73-105. In Kremer, J.-M., Lederlé, E. & Maeder, C. (eds) *Guide de l'orthophoniste* (Vol. III). Lavoisier-Médecine sciences, Paris.
- Phillips-Silver, J., & Trainor, L. J. (2005). Feeling the beat: movement influences infant rhythm perception. *Science (New York, N.Y.)*, 308(5727), 1430.
- Pierson, P., (1884). *Métrie naturelle du langage*. F. Vieweg, Paris.
- Pike, K. L. (1945). *The Intonation of American English*. University of Michigan Press.

- Portier, C., Defives-Eyoum, I., & Vinter, S. (2001). *Application de la “ thérapie mélodique et rythmée” à des enfants souffrant de dysphasie de développement: études de cas* (Vols. 1–2). École d'orthophonie, Besançon.
- Ramus, F. (1999). *Rythme des langues et acquisition du langage*. EHESS, Paris.
- Reynaud, M. (2014). *Intérêt de la Thérapie Mélodique et Rythmée dans la prise en charge du retard de parole chez l'enfant*. Université de Lorraine, Département d'orthophonie, Nancy.
- Saussure, F. de. (1969). *Cours de linguistique générale*, C. Bally, A. Sechehaye, & A. Riedlinger (Eds.). Payot, Paris.
- Sauvanet, P., « RYTHME ». In Universalis éducation [en ligne]. Encyclopædia Universalis, consulté en 2016.
- Schön, D., & Tillmann, B. (2015). Short- and long-term rhythmic interventions: perspectives for language rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337, 32–39.
- Silvestre De Sacy, C. (1999). *Bien lire et aimer lire: méthode phonétique et gestuelle créée par Suzanne Borel-Maisonny. Cours préparatoire et élémentaire, cycle des apprentissages fondamentaux*. ESF, Paris.
- Soares-Boucaud, I., Cheynel-Alberola, M.-L., & Georgieff, N. (2007). La dyslexie développementale en pédopsychiatrie: diagnostic et prise en charge. Diagnosis and management of developmental dyslexia in child psychiatry. *Neuropsychiatrie de L'enfance et de L'adolescence*, 55, 220–225.
- Sprenger-Charolles, L. & Colé, P. (2013). *Lecture et dyslexie: approche cognitive*. 2ème édition. Dunod, Paris.

- Thillerot, M. (1971). *Utilisation d'une méthode audio-visuelle pour la rééducation du langage oral de l'enfant de 7 à 11 ans*. Université Henri Poincaré-Nancy 1, École d'orthophonie, Nancy.
- Touzin, M. (2013). La rééducation des troubles spécifiques d'acquisition du langage écrit. p. 67-87 In *Les approches thérapeutiques en orthophonie* (Vol. 2). Ortho Edition, Isbergues.
- Van Eeckhout, P., Backchine, S., Chomel De Varagnes, S., Francois, C., Belin, P., Samson, Y., Deloche, G., Lhermitte, F. (1995). La thérapie mélodique et rythmée. *Rééducation Orthophonique*, 33(184), 379–399.
- Van Grunderbeeck, N. (1997). De profils de lecteurs en difficulté aux modes d'intervention. *Les Difficultés D'apprentissage*, XXV(No 2).
- Vidal, C., Guerry, C., & Lorendeau, A. (2013). *Intérêts et limites de l'utilisation de la Thérapie Mélodique et Rythmée dans la prise en charge des dysphasies expressives: entraînement spécifique de six patients*. Université du droit et de la santé, Institut d'orthophonie, Lille.
- Villegas, M. (2015). *Prise en charge orthophonique de l'enfant d'âge préscolaire présentant un bégaiement associé à un retard de parole: intérêts et bénéfices des stimulations du rythme*. Université de Lorraine, Département d'orthophonie, Nancy.
- Vygotski, L. S., Piaget, J., & Sève, L. (1985). *Pensée et langage*. (F. Sève, Trans.). Éditions sociales, Paris.
- Wioland, F. (1991). *Prononcer les mots du français : des sons et des rythmes*. Hachette Français Langue Etrangère, Paris.
- Wioland, F., Pagel, D., & Madeleni, E. (2012). *Le rythme du français parlé*. Hachette Français Langue Etrangère, Paris.

Annexes

Annexe 1 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet A

L'Alouette-R

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse du déchiffrage :		
Indice de précision → âge de lecture	82,22% hors étalonnage (- 3,195 e.-t. par rapport à l'âge réel)	84,55% hors étalonnage (-2,61 e.-t. par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	hors étalonnage (-2,945 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)	hors étalonnage (-2,36 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)
Nombre d'erreurs par nombre de mots lus	24/135	21/136
Pourcentage d'erreur :	17,77%	15,44%
Vitesse de lecture :		
Indice de vitesse → âge de lecture	111 7-8 ans (-1,90 e.-t. par rapport à l'âge réel)	115 7-8 ans (-1,86 e.-t. par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	CE1 (-1,37 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)	CE1 (-1,32 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)
Réduction vitesse de lecture → âge de lecture	101 7 ans 3 mois (- 2 ans 9 mois par rapport à l'âge réel)	101 7 ans 3 mois (- 3 ans 1 mois par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	octobre CE1 (- 2 ans 2 mois par rapport au niveau scolaire réel)	octobre CE1 (- 2 ans 5 mois par rapport au niveau scolaire réel)
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	35,13%	25,92%
Taux de réussite des autocorrections	84,61%	85,71%
Taux d'autocorrections efficaces	29,72%	22,21%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	46,34%	48,69%
Pourcentage de disfluences :	59,78%	55,20%
infra-syllabiques	9,78%	3,12%
infra-lexiques	10,86%	11,45%
infra-syntagmatiques	39,13%	40,62%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques) /pauses produites	40,21%	44,79%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	13,95%	4,44%

M. Petit

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Exactitude du déchiffrage et vitesse de lecture :		
Nombre de mots lus	61	77
Nombre d'erreurs (non auto-corrigées)	4	1
MCLM	57 < 5ème percentile	76 = 10ème percentile
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	57,14%	75,00%
Taux de réussite des auto-corrrections	75,00%	100%
Taux d'autocorrections efficaces	42,85%	75,00%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	37,65%	33,56%
Pourcentage de disfluences :	70,58%	62,5%
infra-syllabiques	8,82%	2,5%
infra-lexiques	2,94%	7,5%
infra-syntagmatiques	58,82%	52,5%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques)/pauses produites	29,41%	37,5%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	0,00%	6,25%

Listes de mots ODEDys

Mots irréguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	5	7
Écarts-types (étalonnage CM1)	- 2 e.-t.	- 1,58 e.-t.
Vitesse :		
Temps	48s	33s
Écarts-types (étalonnage CM1)	- 1,71 e.-t.	- 0,71 e.-t.
Autocorrections:		
Taux de retour/erreurs	18,75%	7,69%
Taux de réussite des auto-corrrections	33,33%	0,00%
Taux d'autocorrections efficaces	6,24%	0,00%

Mots réguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	10	11
Écarts-types (étalonnage CM1)	- 4,2 e.-t.	- 3,7 e.-t.
Vitesse :		
Temps	37s	36s
Écarts-types (étalonnage CM1)	-1,29 e.-t.	-1,17 e.-t.
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	9,09%	30%
Taux de réussite des auto-corrrections	100%	33,33%
Taux d'autocorrections efficaces	9,09%	9,99%

Pseudo-mots

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	8	10
Écarts-types (étalonnage CM1)	-3,5 e.-t.	- 2,75 e.-t.
Vitesse :		
Temps	49s	43s
Écarts-types (étalonnage CM1)	-1,66 e.-t.	-1,03 e.-t.
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	0,00%	0,00%
Taux de réussite des auto-corrrections	-	-
Taux d'autocorrections efficaces	0,00%	0,00%

Reproduction de cellules rythmiques (EVALO)

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Score nombre de coups	/12 étalonné	6 (niveau <5 ans)	11 (niveau >6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	8 + 2 items mais 0 items complexes	11 + 0 item complexe
Score réussite	/12 étalonné	6 (niveau <5 ans)	10 (niveau >6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	8 + 2 items mais 0 items complexe	10 + 0 item complexe
Score tempo	Pourcentage de tempo respecté /items réussis	62,5%	50%
Score pauses	Pourcentage de pauses effectuées/ total des pauses attendues	90%	90%

Annexe 2 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet B

L'Alouette-R

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse du déchiffrage :		
Indice de précision → âge de lecture → niveau scolaire Nombre d'erreurs par nombre de mots lus Pourcentage d'erreur :	92,45% → 7-8 ans (- 1,18 e.-t. pour l'âge réel) → CE2 (- 2,27 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 20/265 7,54%	89,81% → 7-8 ans (- 2,06 e.-t. pour l'âge réel) → CE1-CE2 (- 3,59 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 27/265 10,18%
Vitesse de lecture :		
Indice de vitesse → âge de lecture → niveau scolaire Réduction vitesse de lecture → âge de lecture → niveau scolaire	277,35 → 10-11 ans (-0,68 e.-t. pour l'âge réel) → CM2-6ème (-0,57 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 212 → 8 ans 8 mois (- 3 ans 8 mois par rapport à l'âge réel) → Mars CE2 (- 2 ans 11 mois par rapport au niveau scolaire réel)	276,38 → 10-11 ans (-0,69 e.-t. pour l'âge réel) → CM2-6ème (-0,58 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 186 → 8 ans 5 mois (- 4 ans 3 mois par rapport à l'âge réel) → Décembre CE2 (- 3 ans 8 mois par rapport au niveau scolaire réel)
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	58,82%	41,02%
Taux de réussite des autocorrections	71,42%	76,47%
Taux d'autocorrections efficaces	42,00%	31,36%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	29,82%	28,62%
Pourcentage de disfluences : infra-syllabiques infra-lexiques infra-syntagmatiques /total du nombre de pauses	52,27% 10,22% 10,22% 31,81%	40,62% 6,25% 4,16% 28,12%
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques) /pauses produites	47,72%	59,37%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	30,00%	16,17%

M. Petit

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Exactitude du déchiffrage et vitesse de lecture :		
Nombre de mots lus	154	156
Nombre d'erreurs (non auto-corrigées)	2	6
MCLM	152 → moyenne du niveau scolaire	150 → moyenne du niveau scolaire
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	81,81%	33,33%
Taux de réussite des auto-corrrections	100,00%	100,00%
Taux d'autocorrections efficaces	81,81%	33,33%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	19,71%	16,41%
Pourcentage de disfluences :	53,84%	59,25%
infra-syllabiques	11,53%	14,81%
infra-lexiques	7,69%	0,00%
infra-syntagmatiques	34,61%	44,44%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques)/pauses produites	46,15%	37,03%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	40,00%	47,61%

Listes de mots ODEDys

Mots irréguliers

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Justesse :			
Scores		11	13
Écarts-types	Étalonnage CM2	-1,2 e.-t.	-0,62 e.-t.
	Étalonnage 5ème	-2,5 e.-t.	-1,8 e.-t.
Vitesse :			
Temps		27"	23"
Écarts-types	Étalonnage CM2	-0,4 e.-t.	-0,02 e.-t.
	Étalonnage 5ème	-1,07 e.-t.	-0,48 e.-t.
Autocorrections:			
Taux de retour/erreurs		35,00%	22,00%
Taux de réussite des auto-corrrections		80,00%	66,00%
Taux d'autocorrections efficaces		28,00%	14,52%

Mots réguliers

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Justesse :			
Scores		16	15
Écarts-types	Étalonnage CM2	-1,44 e.-t.	-2 e.-t.
	Étalonnage 5ème	-4,25 e.-t.	-5,5 e.-t.
Vitesse :			
Temps		27"	21"
Écarts-types	Étalonnage CM2	-0,66 e.-t.	0 e.-t.
	Étalonnage 5ème	-1,61 e.-t.	-0,5 e.-t.
Autocorrections :			
Taux de retour/erreurs		33,33%	25,00%
Taux de réussite des auto-corrections		100,00%	100,00%
Taux d'autocorrections efficaces		33,33%	25,00%

Pseudo-mots

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Justesse :			
Scores		10	11
Écarts-types	Étalonnage CM2	-3 e.-t.	-2,56 e.-t.
	Étalonnage 5ème	-4,10 e.-t.	-3,57 e.-t.
Vitesse :			
Temps		32"	29"
Écarts-types	Étalonnage CM2	-0,47 e.-t.	-0,16 e.-t.
	Étalonnage 5ème	-1 e.-t.	-0,6 e.-t.
Autocorrections :			
Taux de retour/erreurs		27,00%	22,00%
Taux de réussite des auto-corrections		66,66%	0,00%
Taux d'autocorrections efficaces		17,99%	0,00%

Reproduction de cellules rythmiques (EVALO)

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Score nombre de coups	/12 étalonné	11 (niveau > 6 ans)	11 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	13 + 2 items complexes	14 + 3 items complexes
Score réussite	/12 étalonné	11 (niveau > 6 ans)	10 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	13 + 2 items complexes	11 + 1 item complexe
Score tempo	Pourcentage de tempo respecté /items réussis	30,76%	66,66%
Score pauses	Pourcentage de pauses effectuées/ total des pauses attendues	86,66%	113,33%

Annexe 3 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet C

L'Alouette-R

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse du déchiffrage :		
Indice de précision → âge de lecture	88,20 7-8 ans (-2,6 e.-t. par rapport à l'âge réel)	93,81 9 ans (-0,73 e.-t. par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	CE1 (-2,6 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)	fin CE2 (-0,73 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)
Nombre d'erreurs par nombre de mots lus Pourcentage d'erreur :	23/195 11,79%	12/194 6,18%
Vitesse de lecture :		
Indice de vitesse → âge de lecture	172 7-8 ans (-1,78 e.-t. par rapport à l'âge réel)	182 7-8 ans (-1,68 e.-t. par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	CE1-CE2 (-1,67 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)	CE1-CE2 (-1,58 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)
Réduction vitesse de lecture → âge de lecture	146 7 ans 11 mois (- 4 ans 7 mois par rapport à l'âge réel)	162 - 166 8 ans 1 mois /2 mois (- 4 ans 8 mois /9 mois)
→ niveau scolaire	Juin CE1 (- 4 ans 6 mois par rapport au niveau scolaire réel)	Aout CE1/ Septembre CE2 (- 4 ans 7 mois/8 mois par rapport au niveau scolaire réel)
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	29,03%	50,00%
Taux de réussite des autocorrections	77,77%	90,90%
Taux d'autocorrections efficaces	22,57%	45,45%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	38,07%	43,40%
Pourcentage de disfluences :	51,69%	48,14%
infra-syllabiques	3,38%	1,85%
infra-lexiques	5,93%	4,62%
infra-syntagmatiques	42,37%	41,66%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques) /pauses produites	48,30%	50,92%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	6,55%	10,34%

M. Petit

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Exactitude du déchiffrage et vitesse de lecture :		
Nombre de mots lus	96	96
Nombre d'erreurs (non auto-corrigées)	2	2
MCLM	94 → percentile 5	94 → percentile 5
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	60%	50%
Taux de réussite des auto-corrrections	100%	100%
Taux d'autocorrections efficaces	60%	50%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	31,41%	32,06%
Pourcentage de disfluences :	50,00%	53,33%
infra-syllabiques	0,00%	3,33%
infra-lexiques	5,55%	6,66%
infra-syntagmatiques	44,44%	43,33%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques)/pauses produites	50,00%	46,66%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	0%	6,66%

Listes de mots ODEDys

Mots irréguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	10	13
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-2,96 e.-t.	-1,80 e.-t.
Vitesse :		
Temps	61s	45s
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-6,07 e.-t.	-3,72 e.-t.
Autocorrections:		
Taux de retour/erreurs	0%	25%
Taux de réussite des auto-corrrections	-	50%
Taux d'autocorrections efficaces	0%	12,5%

Mots réguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	19	19
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-0,5 e.-t.	-0,5 e.-t.
Vitesse :		
Temps	42s	40s
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-4,24 e.-t.	-3,89 e.-t.
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	50%	0%
Taux de réussite des auto-corrrections	100%	-
Taux d'autocorrections efficaces	50%	0%

Pseudo-mots

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	16	16
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-0,94 e.-t.	-0,94 e.-t.
Vitesse :		
Temps	46s	52s
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-2,86 e.-t.	-3,66 e.-t.
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	0%	33,33%
Taux de réussite des auto-corrrections	-	100%
Taux d'autocorrections efficaces	0%	33,33%

Reproduction de cellules rythmiques (EVALO)

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Score nombre de coups	/12 étalonné	10 (niveau > 6 ans)	11 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	13 + 3 items complexes	15 + 4 items complexes
Score réussite	/12 étalonné	10 (niveau > 6 ans)	11 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	13 + 3 items complexes	14 + 3 items complexes
Score tempo	Pourcentage de tempo respecté /items réussis	38,46%	92,85%
Score pauses	Pourcentage de pauses effectuées/ total des pauses attendues	93,33%	100%

Annexe 4 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet D

L'Alouette-R

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse du déchiffrage :		
Indice de précision → âge de lecture → niveau scolaire Nombre d'erreurs par nombre de mots lus Pourcentage d'erreur :	92,07% → 7-8 ans (- 1,64 e.-t. pour l'âge réel) → CE2 (- 1,23 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 21/265 7,92%	94,33% → 9-10 ans (- 0,89 e.-t. pour l'âge réel) → CM1 (- 0,66 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 15/265 5,66%
Vitesse du lecture :		
Indice de vitesse → âge de lecture → niveau scolaire Score en réduction vitesse de lecture → âge de lecture → niveau scolaire	217,42 → 9 ans (-1,87 e.-t. pour l'âge réel) → CM1 (-1,69 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 176 →8 ans 3 mois (- 7 ans 1 mois par rapport à l'âge réel) → octobre CE2 (- 6 ans 3 mois par rapport au niveau scolaire réel)	257,14 → 9-10 ans (-1,49 e.-t. pour l'âge réel) → CM1 (-1,29 e.-t. pour le niveau scolaire réel) 225 →9 ans 1 mois (- 6 ans 4 mois par rapport à l'âge réel) → août CE2 (- 5 ans 8 mois par rapport au niveau scolaire réel)
Autocorrections :		
Taux de retour par erreurs initiales	19,23%	44,00%
Taux de réussite des autocorrections	100%	90,90%
Taux d'autocorrections efficaces	19,23%	39,99%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	44,58%	33,14%
%tage de pauses non-naturelles :	44,44%	32,72%
infra-syntagmatiques	41,88%	27,27%
infra-lexiques	0,85%	1,81%
infra-syllabiques	1,70%	3,63%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques) /pauses produites	52,99%	67,27%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	4,41%	6,32%

M. Petit

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Exactitude du déchiffrage et vitesse de lecture :		
Nombre de mots lus	146	151
Nombre d'erreurs (non auto-corrigées)	5	0
MCLM	141 → moyenne niveau 6ème	151 → moyenne niveau 5ème
Autocorrections :		
Tx de retour/erreurs initiales	44,44%	100%
Tx de réussite des autocorrections	100%	100%
Taux d'autocorrections efficaces	44,44%	100%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	26,76%	18,83%
Pourcentage de disfluences :	22,50%	11,11%
infra-syntagmatiques	20,00%	11,11%
infra-lexiques	00,00%	00,00%
infra-syllabiques	2,50%	00,00%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques)/pauses produites	77,50%	88,88%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	3,12%	4,00%

Listes de mots ODEDys

Mots irréguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	18	18
Écarts-types (étalonnage 5ème)	+0,11 e.-t.	+0,11 e.-t.
Vitesse :		
Temps	20s	19s
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-0,04 e.-t.	+0,10 e.-t.
Autocorrections:		
Taux de retour/erreurs	0%	33,33%
Taux de réussite des auto-corrrections	-	100%
Taux d'autocorrections efficaces	0%	33,33%

Mots réguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	17	20
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-3 e.-t. entre la moyenne CE2 et la moyenne basse CM2	centile 90 supérieur à l'étalonnage
Vitesse :		
Temps	26s	20s
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-1,4 e.-t. moyenne basse CM2	-0,38 e.-t. moyenne basse 5ème
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	50%	100%
Taux de réussite des auto-corrrections	50%	100%
Taux d'autocorrections efficaces	25%	100%

Pseudo-mots

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	13	16
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-2,52 e.-t. moyenne basse CE2	-0,94 e.-t. moyenne basse CM1
Vitesse :		
Temps	32s	34s
Écarts-types (étalonnage 5ème)	-1 e.-t.	-1,26 e.-t.
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	0%	33,33%
Taux de réussite des auto-corrrections	-	100%
Taux d'autocorrections efficaces	0%	33,33%

Reproduction de cellules rythmiques (EVALO)

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Score nombre de coups	/12 étalonné	11 (niveau > 6 ans)	12 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	12 + 1 item complexe	15 +3 items complexes
Score réussite	/12 étalonné	9 (niveau > 6 ans)	11 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	9 + 0 items complexes	14 + 3 items complexes
Score tempo	Pourcentage de tempo respecté /items réussis	66,66%	71,42%
Score pauses	Pourcentage de pauses effectuées/ total des pauses attendues	103,33%	96,66%

Annexe 5 : Recueil des résultats aux évaluations – Sujet E

L'Alouette-R

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse du déchiffrage :		
Indice de précision → âge de lecture	75,35 hors étalonnage (-4,91 e.-t. par rapport à l'âge réel)	85,35 hors étalonnage (-2,41 e.-t. par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	hors étalonnage (-4,66 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)	CP (-2,16 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)
Nombre d'erreurs par nombre de mots lus	35/142	23/157
Pourcentage d'erreur :	24,64%	14,64%
Vitesse de lecture :		
Indice de vitesse → âge de lecture	107 7 ans (-1,95 e.-t. par rapport à l'âge réel)	134 7-8 ans (-1,63 e.-t. par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	fin CP (-1,42 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)	CE1 (-1,07 e.-t. par rapport au niveau scolaire réel)
Réduction vitesse de lecture → âge de lecture	91 7 ans 1 mois (- 3 ans 3 mois par rapport à l'âge réel)	116 7 ans 6 mois (- 3 ans 2 mois par rapport à l'âge réel)
→ niveau scolaire	Août CP (-2 ans 4 mois par rapport au niveau scolaire réel)	Janvier CE1 (-2 ans 2 mois par rapport au niveau scolaire réel)
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	28,57%	29,03%
Taux de réussite des autocorrections	58,33%	88,88%
Taux d'autocorrections efficaces	16,66%	25,80%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	43,30%	44,56%
Pourcentage de disfluences :		
infra-syllabiques	58,65%	53,00%
infra-lexiques	5,76%	6,00%
infra-syntagmatiques	13,46%	10,00%
/total du nombre de pauses	39,42%	37,00%
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques) /pauses produites	41,34%	47,00%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	4,44%	2,08%

M. Petit

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Exactitude du déchiffre et vitesse de lecture :		
Nombre de mots lus	91	83
Nombre d'erreurs (non auto-corrigées)	5	3
MCLM	86 → 20ème percentile	80 → 10ème percentile
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	44,44%	60%
Taux de réussite des auto-corrrections	100%	66,66%
Taux d'autocorrections efficaces	44,44%	39,99%
Pauses :		
Pourcentage de temps de pause	23,83%	27,93%
Pourcentage de disfluences :	52,94%	61,29%
infra-syllabiques	5,88%	0,00%
infra-lexiques	0,00%	12,90%
infra-syntagmatiques	47,05%	48,38%
/total du nombre de pauses		
Pourcentage de pauses naturelles (syntaxiques)/pauses produites	47,05%	35,48%
Pourcentage de pauses naturelles non respectées	15,78%	15,38%

Listes de mots ODEDys

Mots irréguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	5	7
Écarts-types (étalonnage CM1)	-2,10 e.-t.	-1,58 e.-t.
Vitesse :		
Temps	46s	39s
Écarts-types (étalonnage CM1)	-1,51 e.-t.	-0,84 e.-t.
Autocorrections:		
Taux de retour/erreurs	6,66%	13,33%
Taux de réussite des auto-corrrections	0%	100%
Taux d'autocorrections efficaces	0%	13,33%

Mots réguliers

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	10	15
Écarts-types (étalonnage CM1)	-4,2 e.-t.	-1,7 e.-t.
Vitesse :		
Temps	52s	48s
Écarts-types (étalonnage CM1)	-3,14 e.-t.	-2,65 e.-t.
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	41,66%	50%
Taux de réussite des auto-corrrections	40%	100%
Taux d'autocorrections efficaces	16,66%	50%

Pseudo-mots

Recueil de données	Pré-test	Post-test
Justesse :		
Scores	9	14
Écarts-types (étalonnage CM1)	-3,16 e.-t.	-1,08 e.-t.
Vitesse :		
Temps	44s	65s
Écarts-types (étalonnage CM1)	-1,13 e.-t.	-3,34 e.-t.
Autocorrections :		
Taux de retour/erreurs	8,33%	66,66%
Taux de réussite des auto-corrrections	100%	50%
Taux d'autocorrections efficaces	8,33%	33,33%

Reproduction de cellules rythmiques (EVALO)

Recueil de données		Pré-test	Post-test
Score nombre de coups	/12 étalonné	10 (niveau > 6 ans)	11 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	11 + 1 item complexe	13 + 2 items complexes
Score réussite	/12 étalonné	10 (niveau > 6 ans)	11 (niveau > 6 ans)
	/17 (version enrichie, items complexes)	11 + 1 item complexe	13 + 2 items complexes
Score tempo	Pourcentage de tempo respecté /items réussis	45,45%	69,23%
Score pauses	Pourcentage de pauses effectuées/ total des pauses attendues	83,33%	86,66%

Annexe 6 : Étalonnages MCLM – M. Petit

Étalonnages en nombre de Mots Correctement Lus par Minute = MCLM "MONSIEUR PETIT"

	CE 1	CE 2	CM 1	CM 2	6 ^e	5 ^e
moyenne	68	95	116	137	141	154
écart-type	28	26	33	31	32	32
percentile						
90	103	129	161	177	181	198
80	90	116	144	164	167	180
70	79	108	131	154	157	170
60	70	101	124	147	149	163
50	64	95	115	140	142	153
40	57	88	109	125	132	144
30	52	80	98	117	123	138
25	50	78	93	114	121	135
20	48	73	87	112	117	125
15	41	69	80	108	106	122
10	37	62	74	96	99	115
5	24	54	67	87	86	104

Annexe 7 : Étalonnage niveau CE2 – Listes de mots ODEDys

Lecture de mots moins fréquents (2ième liste)

irréguliers	score /20	2	5	6.1	9.9	14	3.7
	temps (sec)	79	70	61.9	44.5	28	17.5
réguliers	score /20	13	14	15.4	17.6	20	2.2
	temps (sec)	61	56	47.9	35.1	21	12.8
non-mots	score /20	9	12	12.3	15.6	19	3.2
	temps (sec)	71	64	56.0	41.6	26	14.5

Annexe 8 : Étalonage niveau CM1 – Listes de mots ODEDys

Lecture de mots moins fréquents (2ième liste)

irréguliers	score /20	5	8	9.3	13.2	18	3.9
	temps (sec)	51	42	40.6	30.2	18	10.4
réguliers	score /20	14	16	16.4	18.4	20	2.0
	temps (sec)	43	38	34.6	26.5	16	8.1
non-mots	score /20	12	13	14.2	16.6	20	2.4
	temps (sec)	52	48	42.6	33.2	21	9.5

Annexe 9 : Étalonage niveau CM2 – Listes de mots ODEDys

Lecture de mots moins fréquents (2ième liste)

irréguliers	score /20	8	10	11.7	15.2	19	3.5
	temps (sec)	42	35	32.7	23.2	14	9.5
réguliers	score /20	15	16	16.8	18.6	20	1.8
	temps (sec)	39	31	29.9	21.0	13	9.0
non-mots	score /20	12	14	14.6	16.9	20	2.3
	temps (sec)	47	39	37.1	27.4	18	9.6

Annexe 10 : Étalonage niveau 5ème – Listes de mots ODEDys

Lecture de mots moins fréquents (2ième liste)

irréguliers	score /20	13	13	15.2	17.7	20	2.6
	temps (sec)	33	27	26.5	19.7	13	6.8
réguliers	score /20	18	19	18.6	19.4	20	0.8
	temps (sec)	29	25	23.5	17.8	12	5.7
non-mots	score /20	14	15	15.9	17.8	20	1.9
	temps (sec)	39	34	31.9	24.5	17	7.5

Annexe 11 : Épreuve de reproduction de cellules rythmiques de l'EVALO

Séquences à reproduire

Exemple 1 : - -

Exemple 2 : - - -

1) - - -

2) - - -

3) - - -

4) - - - -

5) - - - -

6) - - - - -

7) - - - - -

8) - - - - - -

9) - - - - - -

10) - - - - - - -

11) - - - - - - -

12) - - - - - - -

Annexe 12 : Complément à l'épreuve de reproduction de cellules rythmique Séquences à reproduire

13) - - - - - - -

14) - - - - - - -

15) - - - - - - -

16) - - - - - - -

17) - - - - - - -



Résumé

Des recherches récentes menées par Flaugnacco *et al.* (2015) et Schön & Tillmann (2015) ont mis en évidence l'effet bénéfique de la pratique musicale rythmée sur les capacités métaphonologiques et sur les compétences en lecture de sujets dyslexiques. De plus, ces mêmes capacités métaphonologiques sont déjà au centre de diverses thérapies musicales utilisées en orthophonie, pour l'éducation précoce de la surdité et la rééducation de l'aphasie et de la dysphasie. Aussi, l'objectif de ce mémoire a été d'étudier la possibilité d'étendre l'utilisation de la musique à la prise en charge des troubles spécifiques du langage écrit. Il s'agit d'explorer l'hypothèse selon laquelle un travail méthodique, centré sur les paramètres rythmiques et métriques de stimuli non linguistiques peut indirectement améliorer les capacités de lecture de sujets présentant une dyslexie phonologique. Pour ce faire, nous avons dans un premier temps élaboré un plan de rééducation structuré en six temps ciblant la perception et la production du rythme, puis celle de la mesure. Nous avons ensuite proposé une série de dix séances à cinq sujets de dix à quinze ans présentant une dyslexie phonologique. L'évolution des résultats obtenus entre le pré-test et le post-test confirme que ce type de rééducation spécifique et isolée permet non seulement l'amélioration des capacités rythmiques et métriques, mais aussi des compétences en lecture chez quatre des cinq patients. Cependant, selon les capacités initiales de chaque patient, la prise en charge a eu des effets variés. D'un côté, les deux sujets dont les capacités rythmiques étaient les plus faibles de la population, ont davantage progressé dans ce domaine qu'au niveau des capacités métriques. De l'autre, les trois autres sujets ont connu l'effet inverse, avec des progrès plus marqués sur leurs capacités de perception et de production métrique, et des capacités rythmiques initialement préservées. Malgré des résultats difficilement exploitables, cette recherche a mis en évidence l'intérêt d'une étude plus approfondie des capacités rythmiques et métriques dans le cadre de la rééducation de la dyslexie.

Mots-clés : Dyslexie Phonologique – Dyslexie – Trouble Spécifique de l'Apprentissage
Lecture – Rythme – Musique

Abstract

Recent research carried out by Flaugnacco *et al.* (2015) et Schön & Tillmann (2015) has highlighted the beneficial effects of musical and rhythmic practice on dyslexic people's phonological capacities and reading skills. Moreover, these phonological capacities are already at the heart of several musical language therapies, in early education of deafness, rehabilitation of aphasia and specific language impairment. The aim of this research is therefore to study the possibility of extending the use of music to language rehabilitation in dyslexia. The present work sets out to explore the hypothesis that methodical training, focused on rhythm and beat in non linguistic stimuli may improve the reading skills of people with phonological dyslexia. In order to do this, we firstly developed a six part organized rehabilitation plan, focused on rhythmic parameters, and then on beat. Secondly, we proposed a succession of ten sessions to five individuals aged from ten to fifteen years old with a phonological dyslexia. The resulting progression from pre-test to post-test confirms the notion that this kind of specific and isolated reeducation enables not only enhancement of rhythmic and beating skills, but also the improvement of reading abilities in four subjects out of five. However, depending on each subject's initial capacities, the impact of the treatment has been various. On one hand, the two subjects with the lowest rhythmic capacities made more progress in this skill than in beating skills. On the other hand, progress for the other three was the opposite, with a clear progress in metric perception and production capacities, and preserved rhythmic skills at the start. Despite results difficult to exploit, this research has highlighted the interest of studying further rhythmic and beating abilities in rehabilitation of dyslexia.

Key words : Phonological Dyslexia – Dyslexia – Specific Learning Disorder – Reading – Rhythm – Music