



HAL
open science

L' amélioration de la voie d'assemblage chez l'enfant dyslexique par l'administration intensive d'un protocole grapho-phonémique : comparaison avec une prise en charge bihebdomadaire

Marjorie Derouet, Justine Neumar

► To cite this version:

Marjorie Derouet, Justine Neumar. L' amélioration de la voie d'assemblage chez l'enfant dyslexique par l'administration intensive d'un protocole grapho-phonémique : comparaison avec une prise en charge bihebdomadaire. Médecine humaine et pathologie. 2016. hal-03870195

HAL Id: hal-03870195

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03870195v1>

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 :

Marjorie DEROUET

Justine NEUMAR

soutenu le : vendredi 10 juin 2016

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

**L'amélioration de la voie d'assemblage chez l'enfant dyslexique par
l'administration intensive d'un protocole grapho-phonémique :
comparaison avec une prise en charge bihebdomadaire**

MÉMOIRE dirigé par : **Mme BRUANT Ingrid**, Orthophoniste, Université de Lorraine

PRÉSIDENT DU JURY : **Mr RAFFO Emmanuel**, Professeur en neuropédiatrie, CHU Nancy

ASSESEUR : **Mme Lise POTTIER**, Orthophoniste, Université de Lorraine



Année universitaire : 2015-2016

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Professeur Emmanuel RAFFO de nous avoir fait l'honneur de présider notre jury.

Nous remercions Madame BRUANT, de nous avoir permis de rencontrer les enfants des classes ULIS-TSLA et de nous avoir accompagnées et soutenues dans ce passionnant projet.

Nos remerciements s'adressent également à Madame POTTIER pour sa disponibilité et son implication dans notre travail.

Nous remercions chaleureusement les enfants de l'école Marcel Leroy, qui ont participé à notre étude.

Un grand merci à Monsieur FRISOLI, ainsi qu'à Céline LECLERC et à Valérie DARROUX de nous avoir permis de réaliser nos expérimentations. Merci pour votre gentillesse et votre disponibilité.

Nous remercions nos familles qui nous ont encouragées tout au long de cette année.

Un remerciement très particulier à mes parents qui m'ont toujours soutenue et encouragée.

Un immense merci à mes amis pour leur bienveillance et leur précieux soutien durant cette étape importante.

Un grand merci à mes maîtres de stages de m'avoir prodigué de riches conseils et de m'avoir transmis leur passion du métier.

Merci à Marjorie avec qui ce fut un réel plaisir de travailler sur ce projet.

Merci à Justine pour tout le travail, les gateaux et les rires partagés.

Merci à ma soeur pour son aide si précieuse et à ma mère pour son soutien.

Merci à celui qui m'a suivie, soutenue, supportée (et parfois subie!) tout au long de cette aventure, car je n'y serais jamais parvenu sans lui.

Merci au café de m'avoir tenue éveillée parfois si tard pour finir ce travail, mais surtout merci à celui qui m'a donné le goût du café et tant d'autres choses.

Table des matières

Index des illustrations.....	8
Table des annexes.....	9
INTRODUCTION.....	11
ANCORAGE THEORIQUE.....	12
1. Les mécanismes de lecture : approche de la psychologie cognitive	13
1.1. Le traitement visuel	13
1.1.1. Les unités infralexicales.....	14
1.1.1.1. La reconnaissance des lettres	14
1.1.1.2. Identification des graphèmes	15
1.1.1.3. Agglutination en syllabes.....	16
1.1.2. Les modèles de lecture experte	17
1.1.2.1. Le modèle DRC (Dual Route Cascaded) de Coltheart et al. – 2001.....	17
1.1.2.2. Le modèle Multitraces (MTM ou ACV 98) de Valdois, Ans et al – 1998.....	20
1.1.3. Du lecteur apprenti au lecteur expert.....	22
1.1.3.1. Le modèle d'apprentissage de la lecture d'Utah Frith (1985).....	22
1.1.3.2. Un modèle controversé.....	23
1.1.3.3. Quelques conditions favorisant un apprentissage efficace de la lecture.....	24
1.1.3.3.1. Les compétences phonologiques et métaphonologiques.....	24
1.1.3.3.2. La reconnaissance des lettres.....	24
2. Les mécanismes de la lecture : approche neurologique.....	25
2.1. Rappels anatomiques.....	25
2.1.1. Les hémisphères cérébraux.....	25
2.1.2. Les lobes cérébraux	26
2.1.2.1. Le lobe frontal.....	27
2.1.2.2. Le lobe pariétal.....	28
2.1.2.3. Le lobe occipital	28
2.1.2.4. Le lobe temporal	29
2.1.2.5. L'insula	29
2.1.3. Les neurones	30
2.2. Neuro-anatomie fonctionnelle : le cerveau malléable	32
2.2.1. Plasticité cérébrale.....	32
2.2.1.1. Plasticité et substance grise.....	32
2.2.1.2. Plasticité et substance blanche.....	33
2.2.1.3. Plasticité et synapses.....	35
2.2.2. Système limbique et neuromodulateurs	36
2.3. Neuro-anatomie fonctionnelle de la lecture	37
3. Développement atypique : l'enfant dyslexique	40
3.1. Critères diagnostiques.....	40
3.2. Les différents types de dyslexie.....	41
3.3. Les causes de la dyslexie.....	42

3.3.1. Théorie phonologique.....	42
3.3.2. Les théories visuelles.....	43
3.4. Les observations neuro-anatomiques	44
3.5. Les conséquences de la dyslexie	45
3.5.1. Conséquences sur la scolarité.....	45
3.5.2. Conséquences psycho-affectives	46
METHODOLOGIE.....	48
1. Problématique et hypothèses fonctionnelles.....	49
1.1. Problématique.....	49
1.2. Hypothèses théoriques.....	49
2. Outils méthodologique.....	50
2.1. Présentation du protocole.....	50
2.1.1. Reconnaissance des graphèmes.....	51
2.1.2. Reconnaissance des syllabes.....	51
2.1.3. Lecture de mots.....	52
2.1.4. Lecture chronométrée.....	52
2.1.5. Compréhension en lecture.....	52
2.2. Bilan.....	53
2.2.1. Les subtests.....	53
2.2.1.1. Nom des lettres et son des graphèmes – Belec.....	53
2.2.1.2. MIM (Mécanismes d'Identification des Mots) – Belec.....	54
2.2.1.3. MCLM (Mots Correctement Lus par Minute) - Bale	54
2.2.1.4. Epreuve L3 – D-Or-Lec.....	55
2.2.1.5. Compréhension orale – Bale.....	55
2.2.1.6. Dictée de mots et non-mots – Bale.....	56
2.2.2. Passation des bilans.....	56
2.3. Traitement des données.....	57
3. Population.....	57
3.1. Enfants scolarisés en ULIS TSLA 1.....	57
3.1.1. Maël – Annexe II.....	57
3.1.2. Enzo – Annexe IV.....	58
3.1.3. Clara – Annexe VI.....	59
3.1.4. Camille – Annexe XIII.....	59
3.1.5. Maélysse – Annexe XV.....	60
3.1.6. Maud – Annexe XVII.....	60
3.2. ULIS TSLA 2.....	61
3.2.1. Léa – Annexe VIII.....	61
3.2.2. Hugo – Annexe X.....	61
3.2.3. Jérémy – Annexe XIX.....	62
3.2.4. Kahina – Annexe XXI.....	62
3.3. Répartition en deux groupes.....	63
4. Précautions méthodologiques.....	64

5.Hypothèses opérationnelles.....	65
RESULTATS ET ANALYSE.....	66
1.Enfants ayant bénéficié du protocole intensif.....	67
1.1.Maël.....	67
1.1.1.Lectures chronométrées – Annexe I.....	67
1.1.2.Résultats aux bilans – Annexes I et II.....	67
1.1.2.1.MIM.....	67
1.1.2.2.Nom des lettres, son des graphèmes.....	68
1.1.2.3.MCLM.....	68
1.1.2.4.L3.....	68
1.1.2.5.Dictée.....	68
1.1.3.Synthèse.....	69
1.2.Enzo.....	69
1.2.1.Lectures chronométrées – Annexe III.....	69
1.2.2.Résultats aux bilans – Annexes III et IV.....	70
1.2.2.1.MIM.....	70
1.2.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	70
1.2.2.3.MCLM.....	70
1.2.2.4.L3.....	70
1.2.2.5.Dictée.....	71
1.2.3.Synthèse.....	71
1.3.Clara.....	71
1.3.1.Lectures chronométrées – Annexe V.....	71
1.3.2.Résultats aux bilans – Annexes V et VI.....	72
1.3.2.1.MIM.....	72
1.3.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	72
1.3.2.3.MCLM.....	72
1.3.2.4.L3.....	72
1.3.2.5.Dictée.....	73
1.3.3.Synthèse.....	73
1.4.Léa.....	73
1.4.1.Lectures chronométrées – Annexe VII.....	73
1.4.2.Résultats aux bilans – Annexes VII et VIII.....	74
1.4.2.1.MIM.....	74
1.4.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	74
1.4.2.3.MCLM.....	74
1.4.2.4.L3.....	74
1.4.2.5.Dictée.....	75
1.4.3.Synthèse.....	75
1.5.Hugo.....	75
1.5.1.Lectures chronométrées – Annexe IX.....	75
1.5.2.Résultats aux bilans – Annexes IX et X.....	76

1.5.2.1.MIM	76
1.5.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	76
1.5.2.3.MCLM.....	76
1.5.2.4.L3.....	76
1.5.2.5.Dictée.....	77
1.5.3.Synthèse	77
2.Synthèse pour le groupe suivi de façon intensive – Annexe XI.....	77
2.1.Lectures chronométrées	77
2.2.MIM.....	78
2.3.Profil d'évolution du groupe.....	78
3.Enfants suivis de façon bihebdomadaire.....	79
3.1.Camille.....	79
3.1.1.Lectures chronométrées – Annexe XII.....	79
3.1.2.Résultats aux bilans – Annexes XII et XIII.....	79
3.1.2.1.MIM.....	79
3.1.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	80
3.1.2.3.MCLM.....	80
3.1.2.4.L3.....	80
3.1.2.5.Dictée.....	81
3.1.3.Synthèse	81
3.2.Maélysse	81
3.2.1.Lectures chronométrées – Annexe XIV.....	81
3.2.2.Résultats aux bilans – Annexes XIV et XV.....	82
3.2.2.1.MIM.....	82
3.2.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	82
3.2.2.3.MCLM.....	82
3.2.2.4.L3.....	82
3.2.2.5.Dictée.....	82
3.2.3.Synthèse	83
3.3.Maud	83
3.3.1.Lectures chronométrées – Annexe XVI.....	83
3.3.2.Résultats aux bilans – Annexes XVI et XVII.....	84
3.3.2.1.MIM.....	84
3.3.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	84
3.3.2.3.MCLM.....	84
3.3.2.4.L3.....	84
3.3.2.5.Dictée.....	85
3.3.3.Synthèse	85
3.4.Jérémy	85
3.4.1.Lectures chronométrées – Annexe XVIII.....	85
3.4.2.Résultats aux bilans – Annexes XVIII et XIX.....	86
3.4.2.1.MIM.....	86

3.4.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	86
3.4.2.3.MCLM.....	86
3.4.2.4.L3.....	86
3.4.2.5.Dictée.....	86
3.4.3.Synthèse	87
3.5.Kahina.....	87
3.5.1.Lectures chronométrées – Annexe XX.....	87
3.5.2.Résultats aux bilans – Annexes XX et XXI.....	88
3.5.2.1.MIM.....	88
3.5.2.2.Nom des lettres, Son des graphèmes.....	88
3.5.2.3.MCLM.....	88
3.5.2.4.L3.....	88
3.5.2.5.Dictée.....	89
3.5.3.Synthèse.....	89
4.Synthèse pour le groupe suivi de façon bihebdomadaire – Annexe XXII.....	89
4.1.Lectures chronométrées.....	89
4.2.MIM.....	90
4.3.Profil d'évolution du groupe.....	90
5.Comparaison entre les groupes – Annexe XXIII.....	91
5.1.Comparaison entre les lectures chronométrées.....	91
5.2.Comparaison entre les épreuves MIM.....	91
5.3.Comparaison qualitative.....	92
6.Synthèse pour les différentes hypothèses.....	93
6.1.Synthèse pour les hypothèses opérationnelles.....	93
6.2.Synthèses pour les hypothèses théoriques.....	94
CONCLUSION.....	96
1.Critiques sur la démarche et le travail.....	97
2.Pistes de recherche et perspectives	97
3.Conclusion.....	99
BIBLIOGRAPHIE.....	
ANNEXES.....	
RESUME.....	25
ABSTRACT.....	26

Index des illustrations

Illustration de la zone fovéale, S. Dehaene (2007).....	14
Le modèle DRC, Coltheart (2001).....	18
Le modèle MTM, Valdois, Ans et al (1998).....	20
Les lobes cérébraux, D.H. McFarland (2009).....	26
La connectivité fonctionnelle, Rosenberg (2016).....	31
Les voies de lecture, S. Dehaene (2007).....	38

Table des annexes

ANNEXE I: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - MAEL.....	A
ANNEXE II: RESULTATS AUX BILANS – MAEL.....	B
ANNEXE III: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES – ENZO.....	C
ANNEXE IV: RESULTATS AUX BILANS – ENZO.....	D
ANNEXE V: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - CLARA.....	E
ANNEXE VI: RESULTATS AUX BILANS - CLARA.....	F
ANNEXE VII: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - LEA.....	G
ANNEXE VIII: RESULTATS AUX BILANS - LEA.....	H
ANNEXE IX: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - HUGO.....	I
ANNEXE X: RESULTATS AUX BILANS - HUGO.....	J
ANNEXE XI: SYNTHESE POUR LE GROUPE SUIVI DE FACON INTENSIVE.....	K
ANNEXE XII: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - CAMILLE.....	L
ANNEXE XIII: RESULTATS AUX BILANS - CAMILLE.....	M
ANNEXE XIV: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - MAELISSE.....	N
ANNEXE XV: RESULTATS AUX BILANS – MAELISSE.....	O
ANNEXE XVI: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - MAUD.....	P
ANNEXE XVII: RESULTATS AUX BILANS – MAUD.....	Q
ANNEXE XVIII: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - JEREMY.....	R
ANNEXE XIX: RESULTATS AUX BILANS – JEREMY.....	S
ANNEXE XX: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - KAHINA.....	T
ANNEXE XXI: RESULTATS AUX BILANS – KAHINA.....	U
ANNEXE XXII: SYNTHESE POUR LE GROUPE SUIVI DE FACON BIHEBDOMADAIRE.....	V
ANNEXE XXIII: COMPARAISON ENTRE LES GROUPE.....	W

« Madame Everett apporta un livre qui s'appelait Lire sans Larmes. Dans mon cas, son titre n'était certainement pas justifié. [...] J'étais, dans l'ensemble, énormément découragé par ma scolarité. [...] Ce n'était pas agréable de se sentir totalement dépassé et laissé pour compte dès le début de la course. »

Winston CHURCHILL

INTRODUCTION

L'Organisation Mondiale de la Santé, dans sa Classification Internationale des Maladies de 1992, définit la dyslexie développementale comme un trouble durable et persistant, spécifique au langage écrit. Ainsi, la prise en charge orthophonique classique d'enfants dyslexiques se déroule-t-elle sur le long terme, à raison d'une séance de trente minutes par semaine, empiétant souvent sur le temps scolaire.

Les avancées en neurosciences de ces vingt dernières années permettent de constater que la dyslexie résulte d'un trouble neurologique. Or les prises en charge neurologiques classiques en orthophonie sont habituellement délivrées de façon intensive sur des périodes courtes afin de s'appuyer sur les mécanismes de plasticité cérébrale.

Puisqu'il a été établi que la prise en charge intensive était efficace dans le cas des troubles neurologiques, une prise en charge intensive serait-elle aussi efficace pour des patients dyslexiques? Au regard de fondements théoriques basés sur les avancées en neuro-anatomie fonctionnelle dans le cadre de la lecture (S. Dehaene, M. Habib, H. Duffau), il nous a semblé intéressant de concevoir un protocole grapho-phonémique et de mener une expérience visant à montrer qu'une stimulation intensive, à raison de quatre séances par semaine, pendant cinq semaines, permet d'améliorer rapidité et précision de lecture chez les enfants dyslexiques, de façon plus efficace qu'une prise en charge bihebdomadaire.

Avant de présenter les détails de notre étude, il est nécessaire de synthétiser les différentes étapes sur lesquelles nous avons fondé notre réflexion. Nous rappellerons tout d'abord les mécanismes de la lecture sous l'angle de la psychologie cognitive puis nous nous intéresserons aux bases neurologiques nécessaires au bon développement de la lecture. Enfin, nous détaillerons ce qu'est la dyslexie. Ce tour d'horizon nous permettra de dégager notre problématique, d'aborder les aspects méthodologiques de notre expérimentation puis d'en présenter et d'en discuter les résultats.

ANCORAGE THEORIQUE

1. Les mécanismes de lecture : approche de la psychologie cognitive

De l'entrée visuelle à l'identification des mots, la psychologie cognitive est à l'origine de nombreuses études qui ont permis de mieux appréhender les mécanismes complexes qui entrent en jeu lors de l'activité de lecture.

1.1. Le traitement visuel

Toute lecture commence au niveau de la rétine, sur laquelle les segments graphiques qui composent l'écriture s'affichent. Cependant, le capteur essentiel qu'est l'oeil n'est pas dépourvu de quelques imperfections.

En effet, parmi les photorécepteurs, chargés de capturer les rayons lumineux et de les traduire en messages nerveux sensoriels, seuls les cônes, responsables de la vision des couleurs, sont adaptés à une vision de haute résolution. Or, ces cônes sont principalement concentrés au centre de la rétine.

Ainsi, l'aire d'acuité maximale du champ visuel, nommée Fovéa, représente une zone très étroite d'environ quinze degrés seulement.

Cette contrainte anatomique n'est pas sans conséquence sur la lecture. En effet, elle ne laisse qu'un empan d'identification des lettres d'environ dix caractères (soit trois caractères à gauche du point de fixation et sept à droite) inclus dans un empan perceptif d'environ dix-huit caractères (soit trois caractères à gauche du point de fixation et quinze à droite). La disposition de l'empan perceptif, qui favorise l'identification des caractères à droite du point de fixation serait liée au sens de lecture (Pollatsek et al., 1981).

L'information utile (caractères, taille du mot, espaces) ne peut être extraite que dans cette zone fovéale. Au-delà, les caractères se perdent dans le flou de la zone parafovéale (Rayner et al, 1982).

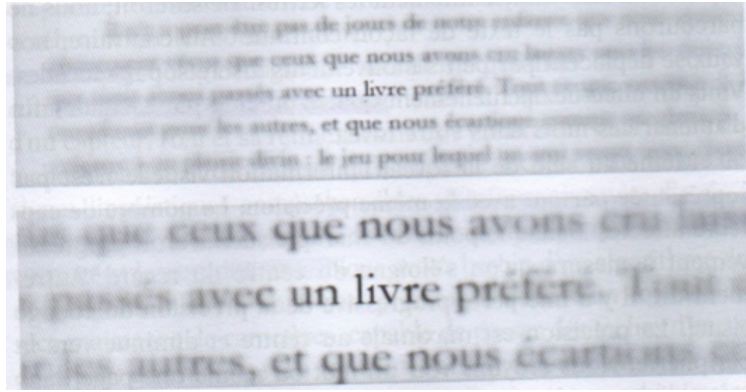


Illustration de la zone fovéale
S. Dehaene, Les neurones de la lecture (2007)

En conséquence, le lecteur est constamment obligé de déplacer son regard afin de percevoir les caractères disséminés sur la page. Les mouvements oculaires prennent la forme de saccades (sauts brefs, d'amplitude constante de sept à neuf caractères) et de fixations (de 250 à 300 ms) dédiées à la prise d'informations.

Pour une identification optimale, les fixations tombent légèrement à gauche du centre du mot afin d'amener un maximum de caractères dans l'empan d'identification des lettres (Farid et Grainger, 1996). Les fixations sont systématiques sur les mots longs et les mots de contenu, tels que les noms, les verbes ou les adjectifs. En revanche, les mots courts et les mots fonctionnels tels que les déterminants, sont souvent omis (Raynar, 1998).

1.1.1. Les unités infralexicales

1.1.1.1. La reconnaissance des lettres

Une fois la zone fovéale favorablement positionnée, l'extraction des informations visuelles commence. Les traits, courbes et jonctions perçus par les photorécepteurs rétiniens sont analysés et recombinaés afin d'accéder à une représentation visuelle de chacune des lettres composant le mot.

Notre système visuel s'avère capable de distinguer avec une grande fiabilité des mots extrêmement proches d'un point de vue graphique. Stanislas Dehaene en fait la démonstration dans son ouvrage « Les Neurones de la Lecture ». Seule la position d'un petit segment graphique change entre les mots « deux » et « doux ». Pourtant, cette très fine différence sera immédiatement repérée par le lecteur expert.

Cependant, ce système adapté à la distinction de détails fins se montre, dans d'autres circonstances, parfaitement insensible à de grandes variations de formes.

En effet, qu'elle soit typographiée ou manuscrite, minuscule ou majuscule, en gras ou en italique, une même lettre peut apparaître sous des traits fort différents. Ainsi, alors que le lecteur voit l'un de ces caractères: *A*, *a*, A ou a, il extrait sans difficulté l'identité abstraite de la lettre A au travers de ces multiples apparences. Dehaene nomme ce phénomène l'invariance perceptive.

Le lecteur expert s'avère même capable de mettre en sourdine un phénomène naturel : la généralisation par symétrie des images. Le système nerveux est, en effet, conçu afin de reconnaître de façon invariante un même objet, quelle que soit son orientation. Les différences d'orientation gauche/droite sont donc négligées. Ainsi Rodman et al montrent, au cours d'une expérience, que des bébés de quatre mois jugent déjà identiques des images avec lesquelles ils ont été familiarisés lorsqu'elles leur sont présentées en miroir.

Pourtant, le lecteur ne se laisse pas bernier par les lettres dites « miroir » que sont le « b » et le « d » ou le « p » et le « q ». Là où il pourrait percevoir deux profils différents d'un même objet, il attribue à chacune une identité abstraite différente.

Ainsi, le système de reconnaissance des lettres s'avère très sophistiqué, tout à la fois capable d'ignorer de grandes variations de formes et pourtant sensible à de minimes différences, tendu vers un seul but: accéder à l'identité abstraite de chacune des lettres qui se présentent à lui. Ces capacités étonnantes sont liées à une capacité attentionnelle portée uniquement sur les différences pertinentes, identifiées grâce à l'apprentissage de la lecture.

1.1.1.2. Identification des graphèmes

Les systèmes alphabétiques, tels le français, sont des systèmes de codage des unités minimales sonores de la langue parlée, autrement nommées phonèmes.

Dans un système idéal, une seule lettre permettrait de coder un seul des trente-six phonèmes de la langue française, dans une relation biunivoque. Mais ce n'est pas le cas. Le français écrit compte en fait cent-quarante graphèmes. Ils sont dits simples lorsqu'ils ne recrutent qu'une seule lettre, ou complexes lorsqu'ils recrutent plusieurs lettres.

Le graphème est défini par R Martin (1980) de la façon suivante : « Ensemble minimal de lettres transcrivant un phonème (exemple: en, an, em pour /an/) ou ayant une fonction morphologique (exemple: le « s » du pluriel) ou étymologique (exemple: « p » et « s » dans

« temps »). Leurs relations avec les phonèmes sont définies au travers de règles de correspondance grapho-phonémique.

Nina Catach accorde à cette unité de base du système d'écriture du français trois fonctions différentes: celle de phonogramme (sonores, ils représenteraient 85% de tout texte), celle de logogramme (porteurs d'une signification morphosyntaxique, ils constituent 5 à 6% des graphèmes) ou celle de logogramme (nécessaires pour différencier des homophones, ils sont présents dans 5 à 6% des mots).

Ainsi, le mot « sceaux » est constitué de six lettres regroupées en trois graphèmes que le lecteur expert doit être en mesure de repérer afin d'appliquer la règle de correspondance grapho-phonémique adéquate:

sc : tout à la fois phonogramme et logogramme, ce graphème permet de différencier ce mot de son homophone « seau »

eau : graphème complexe assumant la fonction de phonogramme

x : morphogramme permettant de marquer le pluriel. Le graphème est ici muet.

Une expérience de Ziegler, Van Orden et Jacobs (1997) tend à démontrer que les lecteurs traitent les graphèmes complexes comme des unités à part entière, en prêtant peu d'attention aux lettres les composant. Pour cela, on demande à des lecteurs de détecter la lettre « A » dans des mots où sa présence est transparente (exemple: chat) et dans d'autres où elle est enchâssée dans des graphèmes complexes (exemple: eau). L'étude des temps de réponse fait apparaître un net ralentissement lorsque la lettre fait partie d'un graphème complexe.

Le graphème, simple ou complexe, est donc perçu comme une unité fonctionnelle que le lecteur expert a appris à identifier au premier coup d'oeil.

1.1.1.3. Agglutination en syllabes

A un niveau supérieur, les graphèmes sont inclus dans des syllabes. Plusieurs études, principalement menées par Prinzmetal, montrent que ces syllabes sont des unités fonctionnelles tout aussi fortes que les graphèmes.

Au cours de ces études, les sujets devaient décider de la couleur d'une lettre cible au centre de mots bisyllabiques de cinq ou sept lettres. Les deux syllabes des mots étaient de deux couleurs différentes (rouge et verte). La lettre cible, d'une couleur ambiguë, pouvait appartenir à la première ou à la seconde syllabe du mot.

Exemple:

VODKA



Couleur *Néon* ambiguë mêlant rouge et vert

Il apparaît que les lecteurs rattachent systématiquement la couleur de la lettre cible à celle de la syllabe à laquelle elle appartient, et ce quel que soit le temps d'exposition. On peut en déduire que la perception syllabique influence fortement la perception du mot.

Ainsi, les unités de rang toujours supérieur s'emboîtent comme des poupées russes dans l'oeil du lecteur expert, jusqu'à parvenir à l'unité mot.

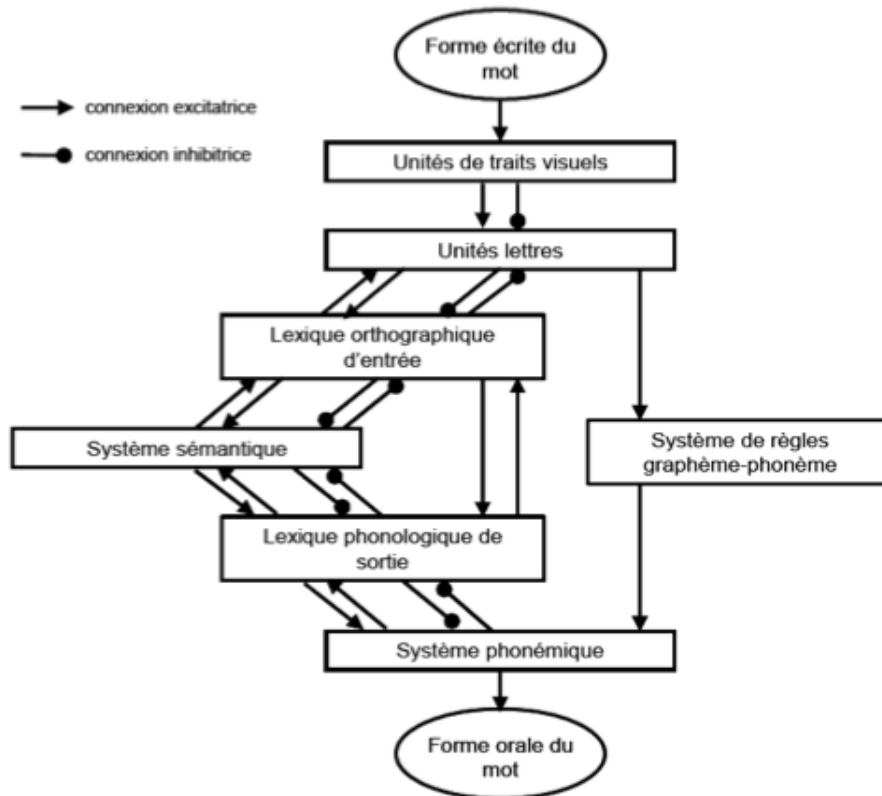
1.1.2. Les modèles de lecture experte

De nombreux modèles théoriques ont été proposés pour tenter d'expliquer les mécanismes mis en oeuvre au cours de la reconnaissance de mots isolés. Nous avons choisi de présenter deux modèles computationnels parmi les plus récents et couramment admis.

Ces modèles, imaginés à partir de l'observation des performances de patients cérébrolésés, spécifient en détail les différents composants du système de lecture et les relations qu'ils entretiennent. Des simulations de performances sur ordinateur permettent de vérifier la plausibilité des hypothèses émises, en les comparant avec les résultats obtenus par des groupes tests de lecteurs.

1.1.2.1. Le modèle DRC (Dual Route Cascaded) de Coltheart et al. – 2001

Coltheart avait présenté en 1985 un modèle de lecture dit à double-voie. Il a actualisé ce modèle en 2001. C'est cette dernière version que nous allons présenter.



Le modèle DRC

M. Coltheart, Modèle Dual Route Cascaded (2001)

Les deux premiers niveaux, ou couches, du modèle correspondent au système d'identification visuelle des traits et lettres, détaillés précédemment.

Le modèle est ensuite scindé en deux voies principales:

- la voie phonologique (ou voie d'assemblage, voie indirecte, voie analytique): basée sur la segmentation séquentielle (de gauche à droite) en graphèmes et syllabes du mot cible, elle nécessite la connaissance des règles de correspondance grapho-phonémique. Les unités phonologiques successives identifiées reçoivent des activations et sont placées dans le buffer phonémique (mémoire de travail spécifique de la production orale) en vue de la prononciation.

Cette voie permet la lecture de mots réguliers et de pseudo-mots. Le traitement séquentiel des unités présage un effet latence en fonction de la longueur des mots traités.

- la voie lexicale (ou voie d'adressage ou voie directe): elle génère la prononciation du mot à travers une séquence de processus. Les unités lettres composant un mot familier

sont traitées en parallèle. La spécificité de cette chaîne de caractères active la trace mnésique de ce mot dans le lexique orthographique interne, puis sa trace dans le lexique phonologique interne, basculée vers le buffer phonémique en vue de sa prononciation. La voie lexicale peut être sémantique, lorsque le lecteur accède au sens du mot lu, ou asémantique lorsqu'il ne parvient pas à activer les entrées du mot dans le système sémantique.

Cette voie permet le traitement des mots réguliers et irréguliers familiers. Ce traitement global permet un traitement plus rapide que la voie phonologique. Il l'est d'autant plus que le mot a déjà été lu de nombreuses fois.

Le lexique orthographique, le lexique phonologique et la mémoire sémantique, forment le lexique mental interne. Il permet de stocker les représentations abstraites des mots connus, leur orthographe, les informations de sens liées ou leur prononciation. S. Dehaene estime qu'un individu moyen connaît environ 40 000 à 50 000 mots, auxquels il faut ajouter les noms propres, les acronymes, les noms étrangers, ce qui porterait le total de 50 000 à 100 000 entrées.

Chacune des couches décrites contient un ensemble d'unités correspondant aux plus petites représentations symboliques de son rang. Ainsi, les représentations abstraites des lettres sont les unités contenues dans la couche des lettres, tandis que la couche du lexique orthographique d'entrée a pour unité de base le mot dans sa globalité. Au sein des couches, les unités entretiennent des relations d'inhibition latérale. Ainsi, l'activation d'une unité pour une position donnée inhibe l'activation d'autres unités à cette place.

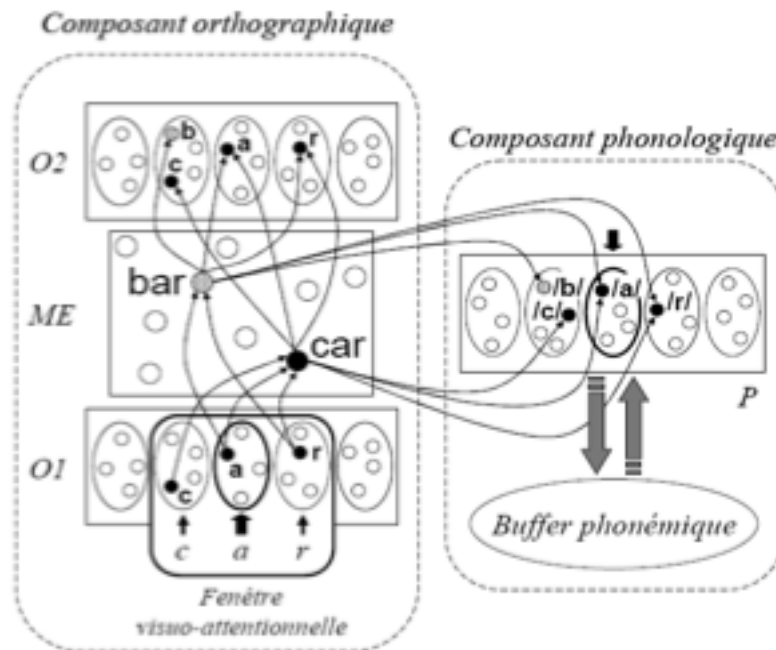
Le modèle Dual Route Cascaded est dit « en cascade » car les couches interagissent entre elles par des connexions excitatrices (l'activation d'une unité favorise celle d'autres unités) et inhibitrices (l'activation d'une unité limite l'activation d'autres unités). Dès qu'une structure est activée, les informations sont transmises à la couche suivante.

D'après Coltheart, la voie lexicale et la voie phonologique se déclenchent simultanément aussitôt qu'une chaîne de lettres est présentée à l'oeil. La prononciation est fournie par la voie qui aura été la plus rapide. Dans le modèle original, la voie lexicale est beaucoup plus rapide que la voie phonologique et l'effet fréquence est très important. Cependant, il a été pensé à partir d'observations en anglais, langue très opaque.

En 2003, Coltheart propose une adaptation de son modèle à la langue française, langue semi-opaque, dans laquelle les mots irréguliers sont moins courants. En effet, il a constaté que l'effet de régularité était supérieur à l'effet fréquence chez les lecteurs français. L'adaptation a donc

consisté à accélérer légèrement la voie phonologique par rapport à la voie lexicale. Pour les lecteurs français, la voie d'assemblage prend donc une importance particulière..

1.1.2.2. Le modèle Multitraces (MTM ou ACV 98) de Valdois, Ans et al – 1998



Le modèle MTM

Valdois, Ans et al., Modèle MTM (1998)

Ce second modèle ne compte que quatre couches d'unités principales, réunies dans un réseau unidirectionnel centré autour d'un système mnésique de nature épisodique.

La couche O1 est la couche orthographique d'entrée, dédiée à l'analyse visuelle des mots. La couche O2, ou orthographique de sortie, permet de recruter l'orthographe d'un mot entendu. La couche P concerne les composants phonologiques liés au mot identifié permettant, via le buffer phonémique, la prononciation d'un mot lu ou la reconnaissance d'un mot entendu. Ces trois couches ne présentent aucune relation directe mais sont toutes liées à la couche ME, la mémoire épisodique. Cette mémoire permet à l'individu de se remémorer des expériences passées concernant son histoire personnelle dans un contexte temporel et spatial précis.

Le modèle MTM, comme celui de Coltheart, s'appuie sur l'existence de deux procédures de lecture, l'une globale et l'autre analytique, mais il fait l'hypothèse d'une voie unique de lecture, capable de mettre en oeuvre l'une ou l'autre procédure.

La procédure globale est toujours sollicitée la première. Toutes les lettres du mot cible sont traitées en parallèle par la couche O1. Puis des traces-mots sont activées en ME, proportionnellement à leur similarité avec l'item traité. Celle qui présente une correspondance parfaite est plus fortement activée et envoyée vers O2 et P. La forme orthographique de sortie et la forme phonologique du mot sont disponibles simultanément.

S'il n'y a aucune trace correspondante en ME, les réponses proposées sont inhibées et la voie de lecture bascule en mode analytique. Le traitement du mot nouveau ou du pseudo-mot devient séquentiel, syllabe par syllabe. La forme graphique de chacune des unités, isolées par segmentation, est associée à sa forme phonologique à partir de traces mnésiques de nature épisodiques. Les mots nouveaux sont donc lus par analogie avec d'autres items déjà présents en mémoire épisodique et non grâce à la mise en oeuvre de règles de correspondance grapho-phonémique.

A chaque présentation d'un mot, une nouvelle trace mnésique est créée. Plus il y a de traces codant pour un même item, plus l'accès au code phonologique est rapide. Atzeni (2007) postule même que la trace mnésique serait disponible dès la seconde présentation d'un mot, permettant une identification extrêmement rapide.

Dans ce modèle, le rôle de la fenêtre visuo-attentionnelle en O1 est primordial. Elle gère la répartition de l'attention visuelle, distribuée sur la totalité du mot pour la procédure globale, puis resserrée sur une syllabe ou un graphème, le cas échéant, pour la procédure analytique. Cette adaptation de la fenêtre visuo-attentionnelle est possible sur la base des informations extraites dans l'empan perceptif déterminé par la fovéa.

Des différences fondamentales séparent ces deux modèles de lecture experte. Cependant, ils se rejoignent sur l'existence de deux procédures d'identification des mots, l'une globale (lecture par adressage) et l'autre analytique (lecture par assemblage), ainsi que sur le rôle majeur de la fréquence de présentation d'une unité pour une identification rapide.

Notons que chez le lecteur expert, ces procédures ne nécessitent aucun effort cognitif conscient. Elles sont totalement automatisées. L'effet Stroop (1935) met en lumière ce caractère automatique, irrépressible et immédiat d'identification des mots (Ferrand, 2009). Ce test bien connu

joue sur la compétition entre la lecture du nom écrit d'une couleur et la couleur de l'encre utilisée. Le lecteur a bien des difficultés à ne pas prononcer le mot écrit.

C'est l'automatisation des processus d'identification des mots, ou processus de bas niveau, qui permet au lecteur expert de consacrer toute son attention à l'accès au sens, ou processus de haut niveau, en appui sur les composantes syntaxiques et sémantiques, en lien avec ses connaissances du monde.

1.1.3. Du lecteur apprenti au lecteur expert

1.1.3.1. Le modèle d'apprentissage de la lecture d'Utah Frith (1985)

En 1985, Frith propose un modèle développemental de lecture en trois stades, que l'enfant doit franchir pour devenir lecteur-expert. Nous ne traiterons ici que les aspects ayant trait à la lecture, mais ce modèle se complète d'étapes ciblant l'écriture.

La première étape, dite logographique ou picturale, commence vers l'âge de cinq ou six ans. L'enfant commence à s'approprier les mots en s'appuyant uniquement sur des indices visuels saillants (typographie, couleur orientation des lettres) et non en décodant leur structure interne (Dehaene, 2007). Il s'agit donc d'une procédure visuelle, et non cognitive. Il se constitue progressivement un lexique pictural mais celui-ci n'est pas robuste. L'enfant n'est sensible ni aux inversions de lettres au sein du mot, ni à la présentation du mot sous une autre forme. Les mots inconnus ne peuvent être lus.

Vers l'âge de six ou sept ans, se profile le stade alphabétique. Au cours des premiers mois d'école, l'enfant prend progressivement conscience de l'existence des correspondances entre graphèmes et phonèmes: les mots sont composés de lettres auxquelles on peut associer des sons. Cet apprentissage requiert la connaissance du nom des lettres et de leur son, ainsi que la maîtrise d'habiletés métaphonologiques (la capacité à porter attention à la structure phonologique interne des mots). Au sein de cette étape, on verra l'enfant recourir à un décodage phonologique lettre à lettre puis à partir d'unités plus larges. Il peut ainsi lire les mots réguliers et les logatomes via la conversion grapho-phonémique, malgré un effet longueur important. Néanmoins, la lecture de mots irréguliers est biaisée, ces derniers ne respectant pas les règles de transcription grapho-phonémique (Exemples: « femme », « chaos ») (Fayol, Jaffré, 1999). Notons qu'on ne parle pas encore d'assemblage, ce terme supposant une automatisation de la reconnaissance des unités infralexicales.

La multiplication des expériences de décodage aboutit à la constitution d'un lexique orthographique interne et à l'automatisation de la procédure d'assemblage. L'enfant accède ainsi à la dernière étape, dite orthographique. L'effet longueur disparaît et l'enfant identifie les mots connus de façon plus rapide via la voie d'adressage. La forme orthographique de chaque mot est immédiatement reliée au sens qui lui correspond. L'enfant devient alors lecteur-expert.

1.1.3.2. Un modèle controversé

Le modèle de Frith est cependant l'objet de multiples controverses. En effet, la conception de ce modèle développemental stipule que l'apprenti-lecteur doit maîtriser les compétences des stades inférieurs avant de pouvoir accéder à celles du stade supérieur. Par conséquent, les compétences relatives au stade orthographique ne pourraient se développer qu'une fois celles du stade alphabétique totalement maîtrisées.

Mais de nombreux auteurs ont remis en question cette notion de stades et de leur ordre strict d'acquisition. Ainsi, une étude de Sprenger-Charolles et Serniclaes (2003), portant sur soixante enfants du CP au CM1, met en exergue l'apparition de la voie lexicale (spécifique du stade orthographique de Frith) dès le CP, parallèlement au développement de la voie phonologique. Les deux voies fonctionneraient donc de façon concomitante dès les débuts de l'apprentissage de la lecture.

Une étude de cas unique, menée par Martinet et al, portant sur un jeune adulte souffrant de dyslexie-dysorthographe phonologique souligne des difficultés majeures en lecture de pseudo-mots, alors que la lecture de mots réguliers et irréguliers est mieux préservée. Les auteurs en concluent qu'il est possible de développer une voie d'adressage en dépit d'un défaut d'acquisition des compétences phonologiques.

Campbell et Butterworth (1985), Howard et Best (1986), Mousty et Alegria (1996), Coltheart ou Valdois remettent tous en cause cette conception de stades strictement successifs et affirment que les procédures alphabétique et orthographique coexistent précocement et se développent simultanément plutôt que successivement.

Un consensus est maintenant établi autour du fait que les enfants se constituent un lexique orthographique interne, leur permettant de lire par adressage les mots connus, aussitôt qu'ils ont rencontré plusieurs fois un mot, tout en continuant à s'appuyer sur une procédure de type

alphabétique face aux mots inconnus. Peu à peu, les procédures d'assemblage et d'adressage sont automatisées et l'enfant peut ainsi accéder au statut de lecteur expert.

1.1.3.3. Quelques conditions favorisant un apprentissage efficace de la lecture

1.1.3.3.1. Les compétences phonologiques et métaphonologiques

Au cours de son développement, l'enfant est d'abord confronté au langage oral. L'apprentissage de la langue écrite n'apparaît que bien plus tard. En principe, l'enfant peut donc s'appuyer sur une langue orale solide pour entrer dans la lecture (Inserm). Ce passage entre l'oral et l'écrit nécessite la maîtrise d'habiletés phonologiques et métaphonologiques conduisant l'enfant à conscientiser la structure segmentale de la langue. Il est alors capable de segmenter les sons de la parole en sous-unités, que sont les syllabes et les phonèmes, qu'il peut manipuler. Le mot entendu pourra donc être décomposé en unités minimales auxquelles il fera correspondre leurs unités graphiques, ou graphèmes, afin de développer et d'automatiser la conversion grapho-phonémique. Ces compétences ne sont ni innées, ni automatiques et doivent être entraînées. De fait, les travaux de Sprenger-Charolles (1992) soulignent que les enfants ayant manifesté les meilleures habiletés phonologiques et métaphonologiques, avant et au début de l'apprentissage de la lecture, seront les meilleurs lecteurs.

Ces compétences permettent à l'enfant de mettre en place un décodage efficace, qui se muera avec l'expérience en une voie d'assemblage robuste. Sprenger-Charolles pousse cette observation plus loin et ajoute que les enfants qui obtiennent les meilleurs résultats en lecture sont ceux qui se sont le plus appuyés sur le décodage ou l'assemblage pendant les deux premières années d'apprentissage.

Une voie d'assemblage stable s'avère donc être une base indispensable pour devenir lecteur expert. De plus, l'aspect génératif de ce processus de lecture permet à l'enfant de découvrir en toute autonomie des mots nouveaux.

1.1.3.3.2. La reconnaissance des lettres

Longcamp (2003) met en avant un autre prédicteur très robuste des capacités de lecture ultérieures de l'enfant: il s'agit de la reconnaissance précoce des lettres.

A ce sujet, plusieurs études mettent en lumière le fait qu'un apprentissage basé sur la multimodalité permet à l'enfant une meilleure reconnaissance des lettres et moins de confusions entre les lettres miroir (Longcamp, 2003 et Bara et al, 2004). Il s'agit en fait d'associer les sens kinesthésiques et tactiles à la vision, naturellement sollicitée, lors de l'apprentissage précoce des lettres. Suite à cela, Longcamp démontre une meilleure reconnaissance des lettres et moins de confusion entre les lettres miroir. Bara et al (2004) montrent même de meilleures capacités en identification de phonèmes et en décodage de pseudo-mots. En somme, l'alliance des modalités visuelle et kinesthésique engendre une correspondance grapho-phonémique plus stable qui permet d'aboutir à une reconnaissance automatisée des graphèmes.

Ajoutons que l'enfant jeune décodeur prend rapidement confiance en lui et se confronte avec plaisir à l'écrit. Il multiplie ainsi les expériences de décodage et de lecture, s'offrant ainsi un entraînement quotidien qui renforce encore ses capacités.

2. Les mécanismes de la lecture : approche neurologique

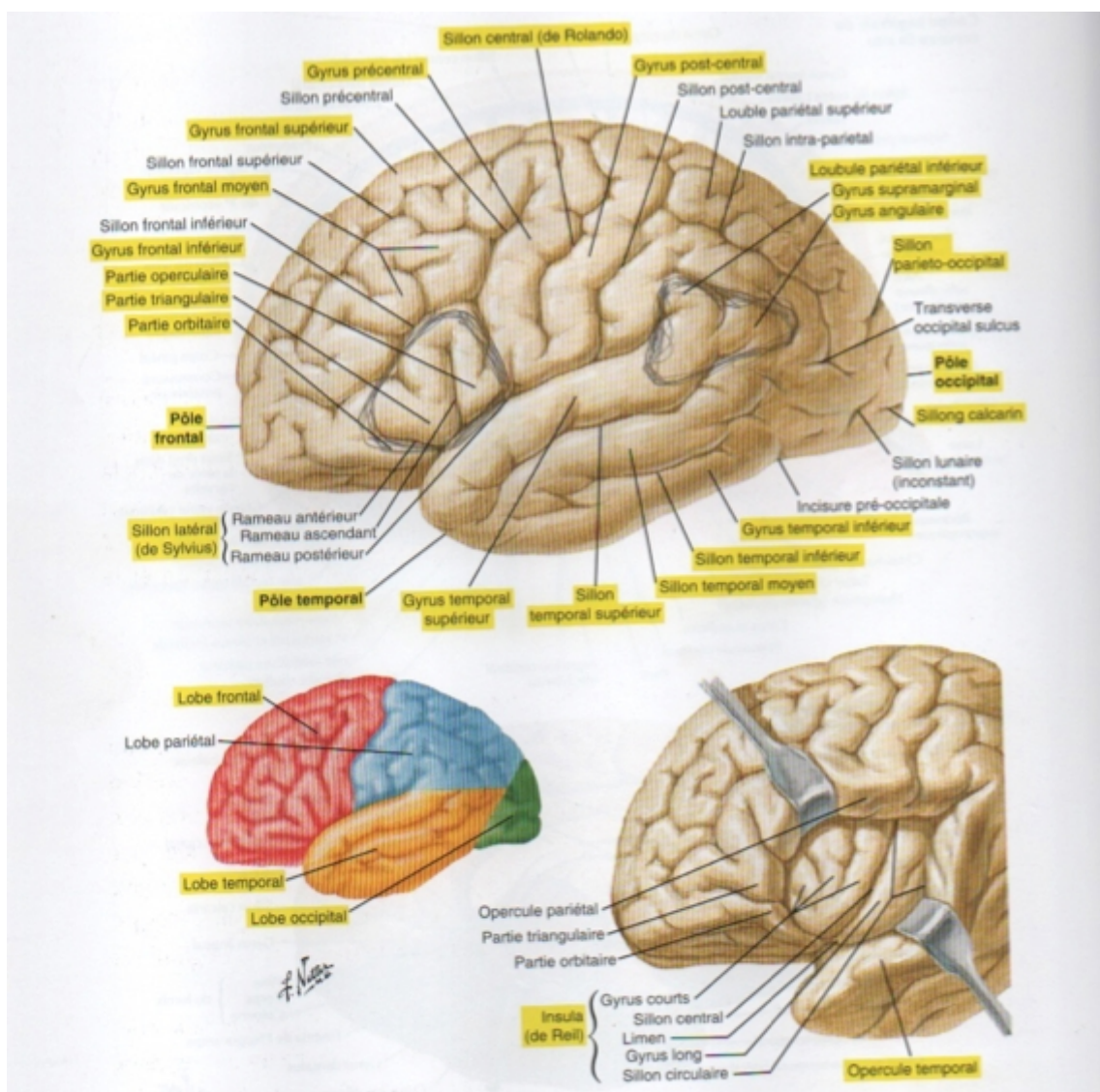
Les immenses progrès des dernières années en matière d'imagerie médicale et de neurochirurgie ont permis d'établir des observations neuro-anatomiques de plus en plus pointues. Bien qu'il existe une part de variabilité interindividuelle et un certain nombre d'inconnues non encore explorées, il est maintenant possible de décrire d'un point de vue neuro-anatomique et fonctionnel, le cerveau d'un sujet droitier typique face à la lecture (l'espèce humaine comptabilisant environ 90% de droitiers parmi lesquels plus de 92% présentent une spécialisation hémisphérique gauche pour le langage).

2.1. Rappels anatomiques

2.1.1. Les hémisphères cérébraux

Les deux hémisphères cérébraux représentent la partie la plus rostrale du système nerveux central. Ils supervisent l'ensemble de nos fonctions mentales supérieures, telles que les apprentissages ou la mémoire. L'hémisphère gauche est habituellement reconnu comme plus

impliqué dans le langage, tandis que l'hémisphère droit supervise davantage les aspects émotionnels, les fonctions spatiales et les fonctions perceptivo-motrices. La connexion entre les deux hémisphères est assurée par le corps calleux, constitué de substance blanche.



Les lobes cérébraux

D.H. McFarland, L'anatomie en orthophonie (2009)

2.1.2. Les lobes cérébraux

Chaque hémisphère comporte, sur sa face latérale, deux sillons, qui délimitent quatre lobes cérébraux. Le sillon central ou scissure de Rolando sépare, en avant, le lobe frontal du lobe pariétal, en arrière. Le sillon latéral ou scissure de Sylvius, délimite quant à lui, le lobe temporal en bas, des

lobes frontal et pariétal, en haut. En arrière des lobes temporal et pariétal se trouve le lobe occipital. Un cinquième lobe, l'insula, se situe sous la scissure de Sylvius. Chacun de ces lobes est impliqué à différents degrés dans le traitement du langage écrit.

2.1.2.1. Le lobe frontal

Le lobe frontal est le plus volumineux. Il assure les fonctions les plus complexes telles que la coordination des fonctions cognitives (langage, mémoire) et la régulation des émotions et de l'affect au sein des interactions sociales (personnalité, contrôle social, initiative et motivation).

Ce cortex gère également les fonctions exécutives (stratégie, planification, flexibilité mentale, inhibition, attention, raisonnement et mémoire de travail). Si chacune de ces fonctions joue un rôle essentiel pour la lecture, la mémoire de travail y tient une place particulière. En effet, elle permet le maintien à court terme d'informations sonores dans la boucle phonologique (ou buffer phonémique selon Coltheart ou Valdois) ou visuelles dans le calepin visuo-spatial, sous la supervision d'un administrateur central (Baddeley et Hitch, 1974). Ainsi, les données restent actives le temps de mener à son terme le raisonnement en cours. En lecture, elle s'avère indispensable pour accéder à la prononciation des mots décodés ou pour se constituer un lexique orthographique interne.

Le lobe frontal gauche est le siège de l'aire de Broca, longtemps décrite comme l'aire de la production de la parole (D.H. McFarland). Elle chevauche les aires 44 et 45 de Brodmann. Cette aire est impliquée, d'une part, dans le traitement phonologique et la production motrice de la parole, grâce à sa proximité avec les centres moteurs de la bouche, de la langue et du larynx, et d'autre part, dans la sélection et la manipulation des éléments sémantiques, sans implication directe dans l'accès au sens. Nous verrons plus loin que son fonctionnement est en fait sous-tendu par tout un réseau cortical et sous-cortical.

Une autre fonction remarquable assumée par ce lobe est celle de l'exécution du mouvement. En avant du gyrus précentral, le cortex prémoteur latéral (aire 6) planifie la réponse sensori-motrice adaptée à l'intention de mouvement (programmée dans le cortex préfrontal) en choisissant les effecteurs nécessaires à sa réalisation. Le cortex moteur somatotopique (aire 4), généralement représenté sous la forme d'un homonculus, active alors la réponse musculaire attendue.

2.1.2.2. Le lobe pariétal

Ce lobe montre une spécialisation dans la somesthésie, le recueil et l'intégration des sensations intéro et extéroceptives. On y distingue :

- le gyrus post-central, postérieur à la scissure de Rolando, qui est le siège du cortex sensoriel primaire. A l'instar du cortex moteur primaire, les afférences sensitives de l'hémicorps controlatéral sont représentées somatotopiquement sous la forme d'un homonculus. On notera ici l'importance accordée à la main. A priori peu sollicitées lors de la lecture, les fonctions associées à ce gyrus prennent toute leur importance lorsqu'on aborde la lecture sous un angle multimodal.
- les gyri supramarginal et angulaire réceptionnent les informations auditives (en provenance du lobe temporal), visuelles (en provenance du lobe occipital) et somato-sensorielles.

L'intégration de toutes ces informations hétéromodales (tactiles, visuelles, auditives, motrices, spatiales,...) est essentielle à la gestion du geste. Le lobe pariétal est le siège des praxies. Les saccades oculaires détaillées précédemment étant des praxies, elles sont gérées au sein de ce lobe.

2.1.2.3. Le lobe occipital

Ce lobe est spécialisé dans le traitement des informations visuelles précoces, qui lui parviennent depuis la rétine. On y distingue deux voies:

- la voie ventrale, ou occipito-temporale (souvent mise en lien avec le système parvocellulaire). Sensible aux hautes fréquences spatiales et basses fréquences temporelles, elle est spécialisée dans le traitement des détails fins et dans celui des couleurs (Habib, 2014). Elle est impliquée dans la reconnaissance visuelle des formes, des lettres et des mots.
- la voie dorsale, ou occipito-pariétale, est souvent rapprochée du système magnocellulaire, sensible aux basses fréquences spatiales et hautes fréquences temporelles. Elle est dédiée au traitement rapide de l'information et du mouvement. Cette voie joue un

rôle prépondérant dans la localisation spatiale, la coordination visuo-motrice et le mouvement.

Siège des représentations visuelles précoces, il est le premier lobe impliqué dans les processus de lecture (Deheane, 2007).

2.1.2.4. Le lobe temporal

Ce lobe est porteur d'une grande hétérogénéité fonctionnelle. Il est tout d'abord le siège du cortex auditif primaire, qui s'étend du gyrus de Heschl jusqu'au planum temporal.

Le planum temporal est une région triangulaire généralement asymétrique (en faveur de l'hémisphère gauche) qui s'étend dans les profondeurs du sillon latéral. Son rôle est d'intégrer les multiples dimensions des stimuli acoustiques en une information cohérente susceptible d'être ensuite traitée du point de vue sémantique (Habib, 2014). Cette aire forme, à gauche, le cœur de l'aire de Wernicke, dédiée à la compréhension du langage. Notons que la perception fine du langage oral est un élément important pour l'acquisition ultérieure de la lecture, puisqu'elle est une base essentielle à l'établissement des correspondances phono-graphémiques.

Dans un registre très différent, on trouve également des structures dévolues à la visuo-perception. La voie occipito-temporale, sur la face ventrale du lobe, est en effet une prolongation de celle détaillée dans le lobe occipital. Elle permet, à ce niveau, une intégration plus élaborée des informations visuelles.

Enfin, l'hippocampe et le complexe amygdalien (détaillés plus loin) appartiennent à ce lobe, lui conférant un rôle important dans la mémorisation.

2.1.2.5. L'insula

L'insula interagit avec le système limbique, le noyau amygdalien, les ganglions de la base et l'ensemble des lobes cérébraux, à l'exception du lobe occipital (Augustine et al. 1996). Selon A.Marchal (2011), elle jouerait un rôle dans les fonctions de programmation et de planification de l'articulation, notamment en gérant le séquençage des syllabes et le respect des contraintes phonotactiques. Elle serait également impliquée dans le contrôle des émotions et des sentiments

(Damasio et al). Cependant son fonctionnement et son rôle restent encore mal connus à l'heure actuelle.

On perçoit dès lors la complexité de l'acte de lire, qui s'appuie sur des aires cérébrales disséminées dans tous les lobes du cerveau.

2.1.3. Les neurones

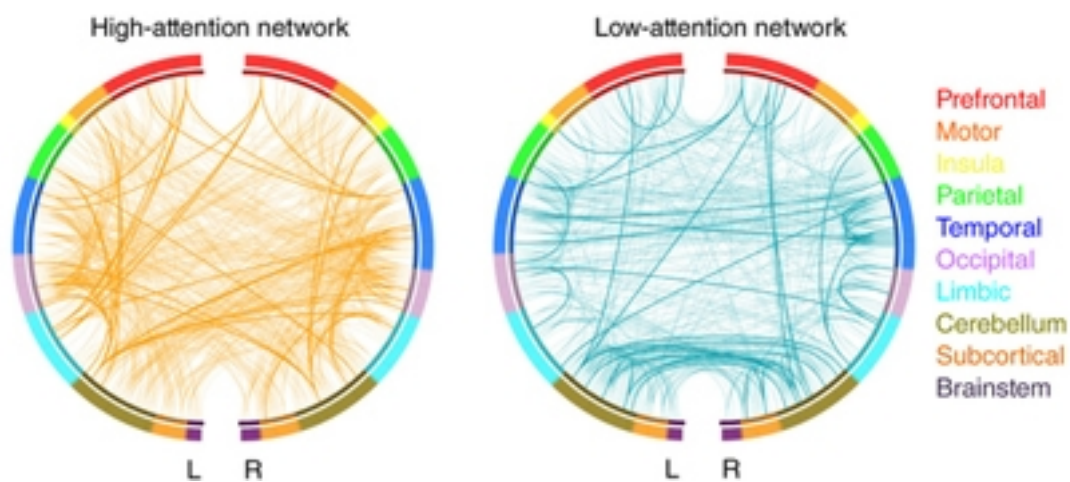
Les neurones, dont le nombre est estimé à 86 milliards (Azevedo), représentent l'unité fonctionnelle de base du système nerveux. Ces cellules nerveuses adaptées à la communication intercellulaire peuvent prendre des formes très différentes selon la fonction qu'elles assument. Cependant, ils se composent presque tous de trois parties:

- le corps cellulaire: capable de recevoir, d'analyser, stocker ou produire des informations, il est le lieu de toutes les opérations mentales. On peut citer l'exemple anecdotique du « neurone Jenifer Aniston » découvert par Quian Quiroga et al, chez un patient épileptique. Ce neurone était consacré à la reconnaissance invariante de Jennifer Aniston, et s'activait lors de toutes les présentations photographiques ou vidéo de la star. Agglomérés en noyaux ou en régions fonctionnelles, ils constituent la substance grise corticale. La forme, la densité, le nombre de couches de neurones (de trois à six) à la surface du cortex est variable. C'est en observant ces variations cytoarchitectoniques que Brodmann a créé sa carte des aires cérébrales (1909). Ces aires font preuve d'un certain degré de spécialisation pour une fonction donnée mais sont plus généralement impliquées dans différents sous-réseaux (Duffau,2013).
- l'axone: chargé de transmettre l'influx nerveux en direction d'autres neurones, prolonge le corps cellulaire. A son extrémité, des boutons terminaux excrètent les neurotransmetteurs, traduction chimique du message nerveux en provenance du corps cellulaire.

Une grande partie d'entre eux sont recouverts d'une gaine de myéline. C'est cette gaine qui donne sa couleur caractéristique à la substance blanche, qui regroupe tous les axones. La myéline (formée d'oligodendrocytes, cellules non-neuronales) joue le rôle

d'isolant électrique. Plus elle est épaisse (jusqu'à 150 couches), plus la transmission des messages est rapide le long de l'axone. (Fields, 2011).

Des millions de groupes d'axones, assemblés en faisceaux intrahémisphériques ou interhémisphériques, connectent des régions corticales et des structures sous-corticales formant ainsi des réseaux fonctionnels complexes. L'aspect individuel de la connectivité a été démontré. Elle apparaît aussi personnelle qu'une empreinte digitale (Finn, 2015) et module l'efficacité des fonctions supérieures telles que les apprentissages ou la mémoire (Fields, 2011). Rosenberg et al (2016) ont ainsi montré que plus la densité de connexions était élevée chez un individu, plus ses capacités de concentration étaient importantes.



La connectivité fonctionnelle

Rosenberg, A neuromaker of sustained attention whol-brain fonctionnal connectivity (2016)

- les dendrites rayonnent autour du corps cellulaire. Les épines dendritiques, face auxquelles les boutons terminaux axonaux libèrent leur neurotransmetteur, sont pourvues de récepteurs membranaires spécifiques. Ces récepteurs (à condition qu'ils soient sensibles au type de molécule libérée et que celle-ci le soit en quantité suffisante) réceptionnent le message chimique. Reconverti en message électrique, il rejoint alors le neurone cible. De la quantité de neurotransmetteurs libérée dépend la force du message transmis. Ces connexions interneuronales, ou synapses, sont évaluées à environ 100 000 milliards dans le cerveau humain.

Ainsi, les neurones forment une architecture complexe articulée en réseaux fonctionnels. Unités de base du système nerveux, c'est leur fonctionnement qui régit tous nos comportements, des plus basiques aux plus complexes, dont l'apprentissage de la lecture.

2.2. Neuro-anatomie fonctionnelle : le cerveau malléable

La description qui précède donne l'idée de mécanismes complexes mais figés. Cependant, le cerveau possède de grandes capacités d'évolution et d'adaptation.

2.2.1. Plasticité cérébrale

Les réseaux neuronaux corticaux et sous-corticaux ne sont cependant pas figés et leur structure peut être modifiée sous l'influence de différents facteurs internes (phénomènes de croissance) ou externes (apprentissage et expériences). C'est ce que l'on nomme la plasticité cérébrale. Plusieurs mécanismes, intéressant les différentes structures hémisphériques, ont été décrits.

2.2.1.1. Plasticité et substance grise

A la naissance, le cerveau humain comptabilise une centaine de milliards de neurones. Cependant, afin d'établir le réseau le plus efficace possible, les neurones qui n'auront pas trouvé leur place au sein d'un réseau fonctionnel et n'auront pu établir de synapses fonctionnelles vont progressivement mourir.

Les préférences fonctionnelles au sein de la matière grise, sont distribuées très précocement. Ainsi, l'aire de Broca, décrite au sein du lobe frontal gauche montre déjà des activations lors de la perception de parole chez l'enfant de trois mois. Cependant cette carte corticale est modifiable sous l'effet de l'apprentissage et des expériences de vie.

Ainsi, on observe chez les musiciens professionnels des différences de densité de la substance grise (Gaser et Schlaug, 2003), une asymétrie du planum temporal plus marquée (Zatorre et al, 2002) ou encore une surface de cortex cérébral plus vaste dédiée à certaines fonctions (en l'occurrence, la région corticale sensorimotrice droite contrôlant les deux derniers doigts de la main gauche chez le violoniste – Elbert et al, 1995) que chez les non-musiciens ou les musiciens amateurs. La pratique régulière et intensive d'une activité complexe est donc à même de modifier la structure de la substance grise. On notera que ces phénomènes étaient d'autant plus marqués que l'apprentissage avait démarré tôt et que la pratique était intense. A ce sujet, Habib retient l'âge de sept ans comme âge critique pour une plasticité maximale.

Au-delà de l'extension ou de l'augmentation de densité centrée autour d'une région corticale déjà dédiée à une fonction spécifique, certaines conditions peuvent mener au recrutement de nouvelles aires corticales associatives dans le but d'assurer une fonction définie. C'est ce que montre l'expérience de Temple et al (2003). Après un entraînement intensif, des enfants dyslexiques activent de nouvelles régions corticales disséminées entre les lobes fronto-temporal et occipito-temporal face à une tâche de jugement de rimes. Notons que ces zones corticales se rapprochent des zones corticales activées par des enfants exempts de troubles dyslexiques.

2.2.1.2. Plasticité et substance blanche

La croissance cérébrale, extrêmement rapide jusqu'à l'âge de trois ans environ, s'explique par un phénomène de croissance axonale et dendritique ainsi qu'une multiplication des synapses. Après cet âge, survient l'étape d'élagage synaptique. Celle-ci s'effectue sur un rythme lent tout au long de la vie.

Les expériences de vie sollicitent et renforcent les réseaux axonaux et par conséquent limitent leur dégradation. Ainsi, Bengtsson et al (2005) ont démontré une organisation de faisceaux d'axones plus dense et orientée spécifiquement dans la région du corps calleux chez les jeunes musiciens de moins de 11 ans. La spécificité de cette organisation s'est avérée proportionnelle au temps de pratique quotidien de l'instrument.

Un autre facteur entre en jeu dans le développement cérébral de l'enfant: le phénomène de myélinisation. En effet, à la naissance, la myélinisation axonale est tout à fait incomplète. Elle suit une progression centrifuge selon un sens caudo-rostral jusqu'à la fin de l'adolescence. Les dernières fibres à être myélinisées sont celles qui associent les lobes frontaux, temporaux ou pariétaux. Ainsi, les réseaux qui sous-tendent les fonctions les plus complexes sont les derniers à compléter leur maturation. (Bourrassa, 2007).

Des expériences ont montré, que chez les jeunes rats, le fait d'être élevé dans un environnement enrichi a des effets sur la structure de la matière blanche, avec, en particulier une augmentation du volume des axones myélinisés (cité par Fields, 2005). Si ces conclusions peuvent être étendues à l'homme, elles permettraient de faire le lien entre les expériences de l'enfance et la myélinisation des axones.

Ainsi, chez l'enfant, les expériences de vie et les apprentissages sont à même de modifier la structure de la matière blanche au travers de la myélinisation et par le renforcement de faisceaux axonaux entre aires corticales fonctionnelles. Rappelons ici que la richesse et la densité de connectivité influencent fortement les capacités d'apprentissage et de concentration.

Chez l'adulte, qui ne bénéficie plus du phénomène de myélinisation, l'apprentissage provoque également des modifications structurelles de la matière blanche. Mais ces modifications sont d'une autre nature: il s'agirait plutôt d'une multiplication des connexions neuronales entre les différentes régions cérébrales ainsi qu'une augmentation de la matière blanche dans le corps calleux notamment. C'est ce que tend à démontrer l'étude de Carreiras et al (2009) portant sur des adultes apprenant à lire tardivement. L'étude de rats adultes placés en environnement enrichi semble également aller en ce sens. En effet, elle a montré une augmentation de la substance blanche dans le corps calleux, due à une multiplication d'axones non myélinisés (cité par Fields, 2005).

Enfin, une expérience menée sur des macaques ayant appris à se servir d'un râtelier, a montré que les changements de structure au sein de la matière blanche sont d'autant plus importants que les apprentissages sont rapides (Quallo et al, 2009).

Ainsi, l'intensité des apprentissages, chez l'enfant comme chez l'adulte, est un facteur déterminant de plasticité cérébrale.

2.2.1.3. Plasticité et synapses

Chaque expérience vécue active un réseau spécifique et complexe de neurones des aires sensorielles, motrices, associatives. Ces expériences laissent alors une trace par le biais de la modification de l'efficacité synaptique tout le long du réseau activé, en augmentant, affaiblissant, voire en créant de nouvelles synapses (Laroche, 2001). Cette trace est d'autant plus durable que la quantité de neurotransmetteurs libérée était importante.

Quian Quiroga et al ont ainsi montré que des réseaux neuronaux sont très rapidement mis en place dans le cortex: après la présentation unique de photographies de stars américaines incrustées devant des monuments connus, on présente à des sujets la photographie des monuments seuls. L'équipe a alors observé une activation simultanée du neurone dédié à la personnalité qui était incrustée devant le monument lors de la première présentation. Un souvenir est donc à même de modifier l'efficacité synaptique dès la première présentation, liant ainsi les différents éléments au sein d'un réseau.

Après cette stimulation, les synapses sollicitées présentent une sensibilité accrue temporairement. Ils libèrent alors une plus grande quantité de neurotransmetteurs lors de l'activation suivante. Cet excès de neurotransmetteurs libérés dans l'espace synaptique provoque, à terme, une augmentation du nombre de récepteurs membranaires spécifiques. Le réseau neuronal est alors renforcé. Ce phénomène est appelé Potentialisation à long terme, ou PLT (Belanger, 2010).

L'évocation du souvenir correspond à la réactivation de cette configuration unique de neurones interconnectés (Laroche, 2001). Plus une trace mnésique est activée, plus son réseau a de chances de bénéficier du phénomène de potentialisation à long terme. Et lorsqu'un réseau a bénéficié de la PLT, son pattern de connexions synaptiques est réactivé plus facilement. Le souvenir est accessible avec un moindre effort.

Ainsi, le phénomène de plasticité cérébrale est complexe et existe à tout âge, même s'il est plus important dans la petite enfance. Il intéresse toutes les structures cérébrales et permet les apprentissages. Le facteur de répétition d'une tâche majore ce phénomène et permet de normaliser une activité cérébrale ou de compenser un fonctionnement déficitaire.

2.2.2. Système limbique et neuromodulateurs

Le système limbique a été décrit par McLean dans les années 1950. Parmi les structures qui lui sont attribuées, certaines sont indispensables aux fonctions mnésiques:

- L'hippocampe, considéré comme le siège de la mémoire épisodique sur laquelle repose le modèle multi-traces. En favorisant le phénomène de potentialisation à long terme (décrit précédemment), il facilite en fait l'association entre les différentes régions corticales activées lors de la situation initiale vécue. Après plusieurs « passages » par l'hippocampe et ses structures associées, les associations temporaires sont renforcées et stabilisées jusqu'à devenir totalement indépendantes. Lorsque l'assemblée neuronale est stabilisée, le souvenir est passé en mémoire à long terme déclarative ou explicite. Les informations sont stockées et récupérées de façon consciente.

La mémoire déclarative est le siège des lexiques internes orthographique et sémantique que se constitue l'individu au fil de ses lectures.

- A l'opposé, la mémoire implicite ou procédurale, est indépendante de l'hippocampe. Elle est contrôlée par d'autres structures du système limbique: les ganglions de la base associés, dont le noyau amygdalien. De ce noyau, dépendent aussi les fonctions émotionnelles, notamment l'affect et le stress.

Le système limbique, au-delà des structures susmentionnées, agit sur la mémorisation, l'attention ou la motivation par l'entremise des neurotransmetteurs produits. Il s'agit en fait de neuromodulateurs: des substances qui influencent la synthèse, la dégradation ou la recapture d'autres neurotransmetteurs. Ils sont diffusés soit par les structures particulières du système limbique, soit par les neurones à projection diffuse du tronc cérébral, qui envoient leur axone vers toutes les aires corticales et sous-corticales.

On retrouve ainsi l'acétylcholine, ou « hormone de la mémoire ». Elle est majoritairement produite par le noyau basal de Meynert. Cette substance favorise la potentialisation à long terme et joue donc un rôle non négligeable dans l'apprentissage et la mémorisation (Changeux, 2001).

La dopamine, ou « hormone de la récompense », produite par les neurones de la substance noire (qui projette vers les structures limbiques que sont les corps striés) jouerait un rôle sur le maintien de la motivation dans la réalisation d'un objectif lointain (Habib, 2014) et renforcerait

certains comportements en leur associant une sensation plaisante. Elle favorise la vigilance, l'initiative, la curiosité ou la recherche du plaisir. Un déficit pourra entraîner une perte de motivation, des difficultés de concentration et de mémorisation.

La noradrénaline, produite par les neurones du locus coeruleus, est impliquée dans la régulation de l'attention et la vigilance (Braverman, 2007). Elle facilite donc les apprentissages par son rôle sur le maintien de l'attention. Des stimuli sensoriels nouveaux et inconnus déclenchent généralement une forte activation des neurones impliqués dans la production de noradrénaline, favorisant un éveil général du cerveau face aux événements.

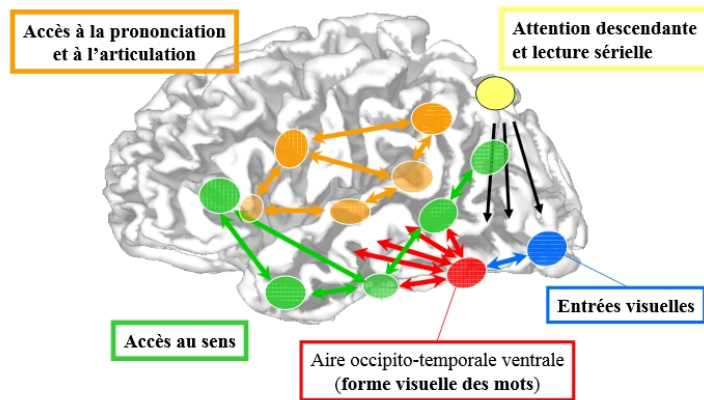
Cependant, un stress environnemental favorise la libération d'adrénaline à un niveau important. Si cette hormone, en concentration modérée, a tendance à favoriser la consolidation mnésique (élaboration de la mémoire déclarative au niveau des structures de l'hippocampe et la mémoire procédurale au niveau du striatum), sa présence en forte concentration inhibe l'action du cortex préfrontal, qui gère les fonctions exécutives, dont la précieuse mémoire de travail, nécessaire lors des activités de lecture. On peut également observer des manifestations parasympathiques (accélération du rythme cardiaque, rougeurs, sueurs, ...)

Lorsque le stress se prolonge, c'est la production de cortisol qui prend le relais. Or, le cortisol est un inhibiteur du phénomène de Potentialisation à Long Terme (Ghika-Schmid, 2001). Les capacités d'apprentissage s'en trouvent donc limitées. Une étude longitudinale menée par l'hôpital de Montréal a d'ailleurs mis en évidence un lien entre une sécrétion trop élevée de cortisol et des troubles des apprentissages chez de jeunes adultes (Lupien et al, 2005).

Ainsi, les neuromodulateurs jouent un rôle non négligeable sur les apprentissages en favorisant ou en limitant leur intégration. L'aspect affectif lié aux situations d'apprentissage est donc impérativement à prendre en compte.

2.3. Neuro-anatomie fonctionnelle de la lecture

Les avancées en neuro-anatomie fonctionnelle ont permis d'observer les processus de lecture au sein du cerveau.



Les voies de lecture

S. Dehaene, Les neurones de la lecture (2007)

L'IRM Fonctionnelle démontre la complexité déjà évoquée des réseaux corticaux impliqués dans l'accès au code écrit. Dehaene propose ainsi, dans son ouvrage « Les neurones de la lecture » un schéma de ce réseau très distribué et des liens entretenus. Il souligne qu'on observe, chez le lecteur expert, après qu'un mot soit entré dans le champ visuel, une forte activation occipito-temporale ventrale gauche (l'aire dite « de la forme visuelle des mots ») vers 150 à 200 millisecondes. Cette activation correspondrait à la reconnaissance invariante de la chaîne de caractères. Puis, aux environs de 200 millisecondes, une activation rapide des régions latérales du cortex temporal gauche est observable. Une double voie de lecture apparaît :

- la voie dorsale phonologique (en orange sur le schéma) est divisée en une voie directe, via le faisceau arqué, impliquée dans les traitements phonologiques et en une voie indirecte, sous-tendue par la partie latérale du faisceau longitudinal supérieur, impliquée dans la mémoire de travail phonologique et les aspects articulatoires. Cette voie correspondrait donc à la voie d'assemblage décrite par Coltheart ou Valdois dans leurs modèles de lecture.
- la voie ventrale sémantique (en vert sur le schéma), est également constituée de deux sous-réseaux ; la voie directe, sous-tendue par le faisceau occipito-frontal inférieur et la voie indirecte, sous-tendue par les faisceaux longitudinal inférieur et unciné. C'est la voie qui permet un accès au sens par la reconnaissance de la spécificité de la chaîne de caractères présentée (Deheane, 2007). Elle correspond à la lecture par adressage décrite dans le modèle DRC ou le modèle MTM.

Notons à ce sujet, que Treserras (2008), observe que les lecteurs experts français peuvent utiliser préférentiellement soit la voie dorsale phonologique (lecture par assemblage), soit la voie ventrale sémantique (lecture par adressage) sans que cela nuise à leurs capacités. Ces observations pourraient être corrélées aux observations de Coltheart, qui avait adapté son modèle DRC aux lecteurs français en accélérant légèrement la voie d'assemblage.

Longcamp (2003), quant à elle, détecte chez le lecteur expert adulte une activation dans la zone corticale prémotrice, correspondant à celle activée lors d'une tâche d'écriture, lors de la reconnaissance de lettre (alors même que les sujets sont immobiles). La reconnaissance des lettres et l'accès à leur identité abstraite ne serait donc pas un phénomène purement visuel. Ce fait est probablement à mettre en lien avec le mode d'apprentissage de la lecture, souvent couplé avec l'écriture manuscrite à l'école. La multimodalité de l'apprentissage (évoquée partie 1) trouve donc une trace visible en IRMf.

Le modèle hodotopique proposé par Duffau (2008) complète cette vision déjà complexe. Il montre que le langage, oral comme écrit, est non seulement traité par de nombreuses régions corticales dont les réseaux neuronaux synchronisés et interconnectés répondent à une connectivité horizontale mais elle active également des régions sous-corticales modulatrices connectées au cortex par une connectivité verticale. Ce réseau sous-cortical complexe inclut, entre autres, le cortex prémoteur ventral (aire 4 cise dans le lobe frontal), la partie latérale du faisceau longitudinal supérieur ou l'insula. La lecture dépend donc d'un réseau à activation parallèle et distribuée.

Ce modèle à la connectivité complexe a été développé à partir des constatations issues des cartographies peropératoires réalisées dans le cadre de chirurgies tumorales chez des patients en condition éveillée. Ces circonstances particulières ont également conduit Duffau à mettre en avant un aspect dynamique, indissociable de son modèle. Ainsi, les propriétés plastiques cérébrales pourraient permettre une normalisation ou une réorganisation des réseaux neuronaux afin d'assurer au mieux une fonction déficiente ou lésée. C'est d'ailleurs sur ce phénomène que comptent les orthophonistes dans les prises en charge de patients cérébrolésés.

Cet aspect dynamique trouve une résonance avec la théorie du recyclage neuronal de Dehaene. S'il ne s'agit pas de fonction lésée, c'est l'apprentissage même de la lecture qui dépend tout entier de ces phénomènes de plasticité cérébrale. En effet, selon lui, l'écriture (et son corollaire, la lecture) dépend de la « reconversion » d'une fonction autrefois utile en une fonction renouvelée. Il s'agirait du « recyclage » d'anciens circuits cérébraux.

Cependant le lecteur doit conformer ces circuits à la lecture par un nécessaire apprentissage explicite, régulier et assez intense pour entraîner les phénomènes de plasticité neuronale qui lui permettront à terme d'automatiser les procédures de reconnaissance des mots, devenant ainsi un lecteur expert.

3. Développement atypique : l'enfant dyslexique

La dyslexie est un trouble sévère et chronique. Elle est révélée chez l'enfant confronté à l'apprentissage de la lecture. Il semble alors éprouver une difficulté spécifique à l'identification des mots écrits. Ces troubles importants et chroniques peuvent entraîner un échec scolaire, l'écrit étant omniprésent à l'école.

3.1. Critères diagnostiques

Chez l'enfant (d'intelligence normale, exempt de troubles neurologiques, sensoriels, psychiatriques ou socioculturels avérés), les troubles dyslexiques sont mis en évidence lors de l'apprentissage du code écrit.

Il s'agit en fait d'une absence d'automatisation de la mise en correspondance entre les graphèmes (unités graphiques minimales) et les phonèmes (plus petites unités sonores) de la langue. Ceci entrave la mise en place des processus d'identification des mots écrits (en assemblage et/ou en adressage). La dyslexie ne concerne donc que les processus de « bas niveau », par opposition aux processus de « haut niveau » ciblant la compréhension.

Les ouvrages de référence internationaux fixent les critères diagnostiques suivants:

Critères diagnostiques du trouble de la lecture selon le DSM-IV :

A. Les réalisations en lecture, évaluées par des tests standardisés passés de façon individuelle mesurant l'exactitude et la compréhension de la lecture, sont nettement au-dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge chronologique du sujet, de son niveau intellectuel (mesuré par des tests) et d'un enseignement approprié à son âge.

B. La perturbation décrite dans le Critère A interfère de façon significative avec la réussite scolaire ou les activités de la vie courante faisant appel à la lecture.

C. S'il existe un déficit sensoriel, les difficultés en lecture dépassent celles habituellement associées à celui-ci.

Critères diagnostiques du trouble spécifique de la lecture selon la CIM-10 :

Présence soit de 1, soit de 2 :

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

Le diagnostic de dyslexie ne sera posé qu'après deux ans d'apprentissage de la lecture (soit à la fin du CE1 ou environ 8 ans), lorsque l'enfant présente un retard d'au moins 18 mois en lecture.

Selon ces critères, la dyslexie touche cinq à huit pourcents de la population mondiale (Habib, 2014), avec des variations selon la transparence de la langue. En effet, à trouble biologique égal, les symptômes de la dyslexie sont d'autant plus invalidants que l'orthographe de la langue est irrégulière (Paulesu et al. 2001).

3.2. Les différents types de dyslexie

Les auteurs distinguent différents types de dyslexie, selon que le trouble porte d'avantage sur la lecture par assemblage ou par adressage.

- **La dyslexie phonologique.** Les difficultés portent sur la voie d'assemblage. Cela se traduit par les symptômes suivants:
 - une méconnaissance des règles de conversion grapho-phonémiques
 - des erreurs d'ordonnement avec des inversions, des ajouts, des omissions ;

- des substitutions de graphèmes visuellement proches : b/d - u/n... ;
- des confusions entre phonèmes sourds et sonores : p/b - t/d... ;
- des substitutions de mots graphiquement proches.

L'enfant, qui présente une dyslexie phonologique, reconnaît le mot dans sa globalité, sans avoir recours à l'analyse de sa structure interne. Cette lecture par « ressemblance visuelle » signale la non-automatisation des procédures d'assemblage, nécessaires à la lecture de mots nouveaux. L'enfant ne peut pas lire les mots inconnus mais peut toutefois reconnaître les mots connus (réguliers et irréguliers) appartenant à son lexique orthographique interne, non sans erreurs lorsque les mots sont visuellement proches. Ces fréquentes erreurs peuvent être à l'origine d'un accès au sens partiel.

- **La dyslexie de surface.** Elle est beaucoup plus rare. Ici, la conversion grapho-phonémique est efficace. L'enfant est alors capable de déchiffrer des mots réguliers et des pseudo-mots. Cependant, la voie d'adressage n'est pas fonctionnelle. Cela entraîne une lecture lente et laborieuse car l'enfant se voit obligé de décoder chaque mot. Au-delà du fait qu'il lui est impossible de lire les mots irréguliers et de se constituer un lexique orthographique interne, toute l'attention est consacrée au décodage phonologique. L'accès au sens s'en trouve perturbé.
- **La dyslexie mixte**, décrite par E. Boder (1973) comme la combinaison des deux autres types de dyslexies développementales précédemment citées, correspond à l'atteinte des deux voies d'identification des mots écrits : assemblage et adressage. Il s'agit d'une atteinte sévère combinant des difficultés majeures de déchiffrement (grapho-phonémique), de constitution d'un stock visuo-orthographique (lexique orthographique interne) et, par conséquent, de compréhension. Elle est en réalité la plus couramment observée, les profils pathologiques étant très rarement purs.

3.3. Les causes de la dyslexie

3.3.1. Théorie phonologique

Les études de Ramus (2002), Snowling (2000), Colé (2003) ou Breier et al (2009) mettent en relief des déficits de représentations mentales et de traitement des sons de la parole chez les enfants dyslexiques. Ces difficultés sont observables très précocement. C'est ce que tend à démontrer une étude finlandaise, citée par Dehaene. Une cohorte d'enfants a été suivie de leur naissance jusqu'à leur entrée dans l'apprentissage de la lecture. Or, chez les enfants qui s'avèreront bien plus tard être porteurs de dyslexie, l'auteur détecte, dès l'âge de quatre mois, des difficultés de discrimination des sons de la parole.

Leurs difficultés notables à discriminer les sons de la parole engendrent des difficultés à segmenter et manipuler les sons de la parole, ce qui limitera, de fait, l'accès aux correspondances entre phonèmes et graphèmes et à leur manipulation lors de la lecture. Notons que parfois, ces difficultés sont si importantes, que le trouble est repéré bien avant l'entrée dans le monde de la lecture et que le diagnostic se mue alors en diagnostic de dysphasie (Dehaene, 2007).

Ainsi, les études de Rack et al (1992), ou Van Ijzendoorn et Bus (1999), montrent chez des enfants dyslexiques des performances déficitaires en lecture de pseudo-mots, qu'ils attribuent aux difficultés phonologiques mises en évidence et donc à des correspondances grapho-phonémiques instables.

La théorie phonologique est la plus couramment admise. Ramus et al ont d'ailleurs réaffirmé que, quelle que soit la raison biologique ultime, un noyau phonologique est à l'origine de la majorité des dyslexies.

Notons cependant que certains auteurs, comme Coltheart, ont remis en cause cette théorie. En effet, une étude auprès d'adultes illétrés portugais a mis en évidence des capacités métaphonologiques très chutéées. La lecture constituerait un entraînement possible développant les capacités phonologiques et métaphonologiques. L'étude de cette compétence poserait donc un problème de circularité: est-elle une cause ou une conséquence de la dyslexie?

3.3.2. Les théories visuelles

D'autres auteurs ont recherché une origine de la dyslexie dans les processus visuels nécessaires à la lecture.

La théorie d'un trouble visuo-attentionnel a été évoquée. L'empan d'identification des lettres correspond à la quantité d'unités orthographiques distinctes traitées en une seule fixation dans une séquence de lettres (Rayner et al). Rappelons que cet empan visuo-attentionnel est l'une des bases

du modèle Multi-traces de lecture experte de Valdois et al. Plusieurs études réalisées sur des échantillons de personnes dyslexiques suggèrent que des troubles visuo-attentionnels pourraient avoir un impact spécifique sur l'apprentissage de la lecture.

Regroupés sous le nom de troubles visuo-attentionnels, ces difficultés ont été décrites de différentes façons selon les auteurs. Ainsi, Lorusso et al (2005) (cité par l'Inserm, 2007) mettent en avant un défaut d'inhibition des informations visuelles périphériques, lié au sens de lecture. Facchetti et al (2001) (cité par l'Inserm, 2007) évoquent un phénomène de mini-négligence gauche chez des patients dyslexiques, qui mettent plus de temps à réagir lorsqu'une cible apparaît dans l'hémichamp gauche. Rayner et al (1989), quant à eux, soulignent la difficulté de filtrer des informations périphériques dans un texte, en raison d'un défaut de focalisation attentionnel autour du point de fixation. Tous ces troubles de type visuo-attentionnels entraîneraient, une lenteur et des erreurs visuelles massives en lecture (Valdois et al, 1995).

Pelli et Tillman (2008), eux, mettent en évidence un phénomène de masquage latéral (crowding ou encombrement perceptif) chez certaines personnes dyslexiques. Cela se traduit par la perception d'une trop grande proximité des lettres, certaines apparaissant masquées par les lettres avoisinantes. Par conséquent, des confusions en lecture apparaissent.

Cet effet peut être réduit en augmentant l'espacement des lettres au sein d'un texte, améliorant ainsi reconnaissance des lettres et précision et vitesse de lecture (Zorzi et al, 2012)

3.4. Les observations neuro-anatomiques

Si les hypothèses précédentes peuvent encore faire l'objet de débats, les progrès en matière d'imagerie médicale permettent aujourd'hui de lever un certain nombre d'incertitudes.

Ainsi, lors de l'autopsie de sujets dyslexiques, Galaburda (1985) a décrit de nombreuses ectopies, en particulier au niveau du lobe temporal gauche. Il s'agit de petits amas de neurones ayant migré au-delà de leur position normale, créant une désorganisation dans la densité de matière grise. Ces ectopies se concentrent particulièrement autour du cortex temporal latéral, impliqué dans le traitement des informations phonologiques, et dans la région occipito-temporale ventrale gauche (ou VWFA, Visual Word Form Area) impliquée dans la reconnaissance invariante de la chaîne de caractères composant un mot.

Or, la neuro-imagerie fonctionnelle a justement mis en évidence une hypo-activation importante de ces aires cérébrales lors d'activités de lecture chez les personnes dyslexiques (Paulesu

et al, 2001). Ainsi, les hypothèses impliquant des troubles phonologiques, ou celles mettant en avant des troubles d'ordre visuels comme causes de dyslexie semblent trouver leur justification ici.

Les ectopies influencent négativement l'activation des aires cérébrales qu'elles occupent. Mais, elles semblent également entraîner un défaut de connectivité de ces mêmes aires cérébrales. Van der Mark et al (2011) ont ainsi repéré une déconnexion importante de l'aire visuelle de la forme des mots chez des patients dyslexiques.

A l'inverse, d'autres études montrent une hyper-activation dans la région temporo-pariétale droite ou dans le cortex frontal inférieur gauche (correspondant à l'aire de Broca) lors de la lecture chez des dyslexiques (Simos et al, 2002). Ces activations atypiques pourraient être les conséquences de compensations mises en place.

Ainsi, la dyslexie constitue indéniablement un trouble neurologique à part entière.

3.5. Les conséquences de la dyslexie

« L'incompréhension des enseignants et des parents, qui y voyaient un manque de travail, de volonté ou d'intelligence, me décourageait. Parfois, je n'avais qu'une envie: arrêter tous ces efforts qui me paraissaient vains. » (témoignage Association Dyslexie Suisse)

Si la dyslexie peut longtemps passer inaperçue, elle n'est pourtant pas un trouble bénin, et ses conséquences sont nombreuses.

3.5.1. Conséquences sur la scolarité

Les difficultés en lecture que rencontre l'enfant dyslexique durant sa scolarité, entravent les apprentissages scolaires et le mènent à une situation d'échec scolaire.

En effet, Stanovitch (1986, 2000) décrit ce qu'il nomme « L'effet Mathieu »: les enfants lecteurs précaire, notamment les dyslexique, lisent moins que les enfants bons lecteurs. Ce manque d'entraînement creuse progressivement l'écart de performances entre bons lecteurs et lecteurs en difficultés. Shaywitz (1999) affirme à ce sujet que dix pourcents des meilleurs lecteurs (se situant au quatre-vingt dixième centile) lisent en deux jours le même nombre de mots que dix pourcents des enfants lecteurs précaires (se situant au dixième centile) liront en une année.

On notera que l'enfant dyslexique présente la plupart du temps une dysorthographe associée. En effet, son trouble l'empêche de se construire un lexique orthographique interne stable (Habib, Huron, Ziegler, 2014).

Une lenteur et une fatigabilité importante se manifestent dans toutes les tâches de lecture et d'écriture (Nadolski, Nocera, 2006). Or, à l'école, l'écrit est omniprésent. Les enfants dyslexiques sont donc constamment confrontés à leurs difficultés. Ils accumulent un retard dans les acquisitions fondamentales (Habib, 2014). Leurs résultats ne sont pas conformes aux efforts fournis et entraînent progressivement un désinvestissement.

La mise en place des processus motivationnels dans ce contexte d'apprentissage s'en trouve fortement freinée. M. Cay-Maubuisson (2010) résume la situation ainsi: « Je pense que je ne suis pas capable d'y arriver [donc] je n'essaie pas de faire mon exercice. » Elle souligne ainsi le fait qu'un enfant confronté à des situations d'échec et de résistance reproduirait des situations d'échec, et s'inscrirait ainsi dans un cercle vicieux. L'enfant qui n'essaye plus de lire n'entraîne plus ses capacités et creuse encore l'écart avec les autres enfants de sa classe.

Cette situation peut également générer un stress important. Or, l'activation des réponses cholinergiques au stress, décrites précédemment, que sont la production d'adrénaline et de cortisol, limitent de fait, les capacités d'apprentissage et augmentent ainsi les conséquences du trouble dyslexique et le retard scolaire qui s'ensuit.

3.5.2. Conséquences psycho-affectives

Les difficultés décrites enferment donc l'enfant dans une spirale infernale d'échecs aux répercussions psychologiques importantes.

Ce sentiment d'échec prolongé, malgré tous les efforts fournis, peut entraîner une baisse significative de l'estime de soi. On pourra alors observer un comportement de repli sur soi, une perte d'estime de soi, un sentiment d'infériorité, une dévalorisation ou des émotions telles que la tristesse, la colère, l'agressivité, l'anxiété ou encore un comportement d'évitement de la frustration générée par la difficulté, pouvant aller jusqu'à l'apparition de difficultés relationnelles avec l'entourage (Nadolski, Nocera, 2006).

Cette altération de l'estime de soi peut être accentuée par les réactions de l'entourage. En effet, l'enfant dyslexique subit parfois le rejet ou les moqueries de la part de ses camarades mais également une possible incompréhension de la part des parents et des enseignants.

Les troubles dyslexiques ne sont donc pas sans conséquences, loin s'en faut. Et plus l'enfant sera confronté longtemps à ses difficultés, plus les conséquences seront importantes, aussi bien sur le plan scolaire que psycho-affectif.

Il convient donc de proposer le plus rapidement possible une solution adaptée à l'enfant, afin qu'il ne s'enferme pas dans la spirale de l'échec.

METHODOLOGIE

1. Problématique et hypothèses fonctionnelles

1.1. Problématique

Qu'elle soit étudiée sous l'angle de la psychologie cognitive ou sous un angle neurologique, la lecture s'avère donc être un acte complexe, reposant principalement sur la capacité automatisée à identifier des unités infralexicales et à leur associer le son correspondant. Elle est portée par des processus neurologiques fins et complexes dont la mécanique peut être enrayée par quelques grains de sable anatomiques. En effet, une anomalie de migration neuronale engendre des ectopies à la surface du cortex, entraînant une désorganisation fonctionnelle qui limite le développement des compétences phonologiques et visuelles à la base d'un développement harmonieux de la lecture. Les difficultés d'identification des mots révèlent alors la dyslexie dont souffre l'enfant, marquant le début d'une longue prise en charge orthophonique, à raison d'un rendez-vous par semaine le plus souvent.

On sait toutefois que le cerveau possède d'indéniables capacités plastiques, permettant dans certaines conditions de compenser, voire de normaliser, une activité cérébrale dysfonctionnelle. Cette malléabilité est d'autant plus importante que l'enfant est jeune et que la stimulation est intense.

Toutes ces observations nous ont menées à la problématique suivante:

Un entraînement centré sur une stratégie de lecture par assemblage permettrait-il des progrès plus rapides, importants et pérennes s'il est délivré de façon intensive plutôt que s'il est délivré de façon bihebdomadaire?

1.2. Hypothèses théoriques

Nous avons émis différentes hypothèses théoriques afin de répondre à cette problématique:

- Hypothèse théorique 1:

Une stimulation délivrée de façon intensive favorise une automatisation plus rapide des procédures de lecture par assemblage.

- Hypothèse théorique 2:

Une automatisation supérieure de la procédure de lecture par assemblage se traduit par une précision de lecture et une vitesse de lecture améliorés, ce quel que soit le type de dyslexie repéré auparavant.

- Hypothèse théorique 3:

L'automatisation d'une procédure de lecture par assemblage permet un accès aux processus de haut niveau (ou compréhension écrite) et s'accompagne d'une maîtrise des correspondances phono-graphémiques.

- Hypothèse théorique 4:

L'activité cérébrale normalisée ou réorganisée par une stimulation intensive permet un maintien des performances dans le temps et sans stimulation.

2. Outils méthodologique

Nous avons conçu deux outils différents afin de répondre à la problématique: un protocole de lecture destiné à améliorer la voie d'assemblage chez des enfants dyslexiques, et un bilan permettant de mesurer leurs progrès, ainsi que la pérennité de ceux-ci.

2.1. Présentation du protocole

Le protocole mis au point est composé de vingt séances de trente minutes. Il est destiné à être appliqué quatre fois par semaine pendant cinq semaines consécutives ou deux fois par semaine sans contrainte temporelle particulière.

Chacune des séances est composée de différents modules, invariablement proposés dans cet ordre:

- Reconnaissance des graphèmes
- Reconnaissance des syllabes
- Lecture de mots
- Lecture chronométrée
- Lecture de phrases ou textes courts.

2.1.1. Reconnaissance des graphèmes

Puisque la conjonction des modalités d'entrée favorise la mise en mémoire, nous avons créé 106 graphèmes (et quelques graphies particulières) rugueux à partir de toile émeri. Parmi ces graphèmes, on trouve :

- des lettres simples, en script, en cursive et certaines majuscules
- des digraphes (Exemples: on, an, ai,...)
- des trigraphes (Exemples: oin, ein,...)
- des graphies contextuelles (Exemple: tion en fin de mot).

A chaque séance, des graphèmes repérés en amont comme problématiques sont présentés à l'enfant. Il doit alors les repasser avec l'index de sa main scriptrice en prononçant à voix haute le son correspondant. De cette façon, les mémoires visuelle, tactile, kinesthésique, motrice articulo-phonatoire et auditive sont stimulées.

Afin de favoriser l'accès à l'identité abstraite des lettres, nous présentons toujours simultanément la lettre cible en script et en cursive, ainsi que la majuscule associée, le cas échéant.

Ces graphèmes sont ensuite conservés à portée de main de l'enfant durant toute la séance, afin qu'il puisse s'y reporter en cas d'erreur de lecture.

2.1.2. Reconnaissance des syllabes

La seconde partie de la séance porte sur la reconnaissance automatisée des syllabes.

Pour cela, nous demandons tout d'abord aux enfants de lire des grilles de syllabes de difficulté croissante, inspirées de la méthode d'Imprégnation Syllabique de Garnier-Lasek. Les erreurs sont corrigées en appui sur les graphèmes rugueux.

Puis des jeux de lecture axés sur les logatomes sont proposés, afin d'automatiser la reconnaissance des unités infralexicales. Nous avons utilisé les jeux suivants: Lecture en Folie (Rigolett'), Les Lunettes de Zébulon (OrthoDi), Combicosmo (OrthoDi) ou Les Glup's (Editions du Grand Cerf).

2.1.3. Lecture de mots

La troisième partie de la séance cible la lecture de mots. Les exercices ont été choisis dans l'objectif de favoriser le recours à une procédure par assemblage. Il s'agit de reconstitution de mots à partir de syllabes, de complétion de mots à trou, ou de segmentation de mots agglutinés.

2.1.4. Lecture chronométrée

Une « Lecture chronométrée » vient clore les trois parties précédentes. Il s'agit pour l'enfant de lire vingt-quatre syllabes, dix logatomes et douze mots aussi rapidement et précisément que possible. Nous comptons le nombre d'erreurs et notons le temps total à chaque séance.

L'intérêt de cette activité est multiple. L'aspect chronométré incite l'enfant à répondre rapidement, ce qui favorise l'automatisation des processus mis en place en début de séance. Nous faisons également la supposition que la nécessité de répondre rapidement peut favoriser la sécrétion à faible dose d'adrénaline, favorisant la consolidation mnésique.

De plus, cette épreuve systématique nous permet de suivre les performances des enfants au jour le jour. Eux-mêmes prennent conscience de leurs progrès, ce qui renforce leur confiance en eux.

2.1.5. Compréhension en lecture

Enfin, la dernière partie de la séance a pour objectif de se rapprocher des situations de lecture de la vie quotidienne et d'ajouter du sens. Pour ce faire, nous utilisons divers exercices: lecture de phrases vraies ou fausses, appariement de synonymes ou d'antonymes, exploration de listes de mots en fonction de consignes et lecture de textes courts adaptés aux enfants.

2.2. Bilan

Nous avons choisi d'évaluer la maîtrise du système de correspondance grapho-phonémique, le niveau de décodage de mots isolés et en lecture de texte et ainsi que la compréhension écrite chez les enfants. Une évaluation des capacités écrites semble pertinente pour observer un éventuel effet de généralisation, tandis qu'une évaluation des capacités de compréhension orale permettra d'éliminer des biais dans notre étude.

Les six subtests sélectionnés sont issus de trois tests: la Belec, la Bale et la D-Or-Lec.

–La Bale 2010 (Batterie Analytique du Langage Ecrit) - JACQUIER-ROUX, LEQUETTE, POUGET, VALDOIS, ZORMAN. Cet outil de diagnostic et de suivi des enfants dyslexiques est composé de quarante subtests. Il est étalonné du CE1 au CM2. Les résultats sont donnés en déviation standard.

–La Belec (Batterie d'Evaluation du Langage Ecrit) – MOUSTY, ALEGRIA, LEBART, MORAI, CONTENT. Il s'agit d'un outil d'investigation du langage écrit destiné à des enfants âgés de sept à douze ans. Il est étalonné pour les enfants de deuxième et de quatrième année en Belgique, soit pour le CE1 et le CM1 en France. Les résultats se présentent sous forme de déviation standard.

–La D-Or-Lec (Disposition-Lecture-Orthographe) – LOBROT. Composé de dix épreuves, ce test doit permettre aux enseignants d'évaluer le niveau de lecture de ses élèves. Il est étalonné de sept à douze ans. Les résultats sont donnés en quartiles.

2.2.1. Les subtests

2.2.1.1. Nom des lettres et son des graphèmes – Belec

Ce subtest se compose de deux parties:

– la première axée sur la connaissance du nom des lettres. Vingt-six cartes comportent individuellement les lettres de l'alphabet dans un ordre aléatoire. L'enfant doit nommer celles qui lui sont présentées.

– la seconde axée sur la maîtrise des correspondances grapho-phonémiques. Trent-sept cartes portant des graphèmes simples ou complexes sont présentées à l'enfant, qui doit fournir le son correspondant.

Nous pouvons ainsi juger du degré de maîtrise du système de correspondance entre les graphèmes et les phonèmes.

2.2.1.2. MIM (Mécanismes d'Identification des Mots) – Belec

Le test MIM vise l'évaluation des procédures de lecture de mots isolés chez l'enfant.

Des pseudo-mots et des mots réguliers rares permettent de jauger de l'efficacité de la voie d'assemblage. La voie d'adressage, quant à elle, est explorée grâce à la lecture de mots connus réguliers ou irréguliers. Les items proposés permettent d'observer l'influence de la fréquence, de la longueur ou de la complexité sur les performances de l'enfant.

L'existence d'une série A et d'une série B permet d'éviter un éventuel effet test-retest lors de bilans proposés dans un court laps de temps pour une évaluation quantitative et qualitative fiable des compétences de lecture de l'enfant.

Chacune des séries comprend douze cartes portant six items. Les six premières cartes ciblent des items courts (mots fréquents, rares ou logatomes) classés selon qu'ils soient simples ou complexes. Les six suivantes portent sur les items longs selon un principe équivalent. Il s'agit pour l'enfant de lire chacun de ces mots et logatomes tandis qu'il est chronométré.

2.2.1.3. MCLM (Mots Correctement Lus par Minute) - Bale

Au cours de cette épreuve, l'enfant est évalué sur sa lecture à voix haute pendant une minute. Le score MCLM est obtenu en comptabilisant les mots lus correctement.

Là encore, la possibilité de choisir entre deux versions (« Monsieur Petit » ou « Le Géant égoïste ») permet d'éviter tout effet test-retest.

Dans le cadre de notre bilan, cette épreuve nous permet d'explorer la fluence de lecture de l'enfant ainsi que de repérer un éventuel effet visuel (crowding ou trouble visuo-attentionnel) chez les enfants qui présenteraient une majoration importante de leur trouble face au texte.

2.2.1.4. Epreuve L3 – D-Or-Lec

Cette épreuve, quelque peu désuète, a pour objectif d'évaluer la compréhension écrite de phrases isolées. Nous pourrions ainsi jauger des capacités d'attention consacrées à la compréhension. En effet, un décodage très coûteux sur le plan attentionnel limite de fait l'accès au sens.

Le subtest se compose de trente-six phrases relativement courtes à compléter d'un mot choisi parmi une liste de cinq proposés (mots phonologiquement, sémantiquement ou visuellement proches). L'enfant dispose de cinq minutes, en lecture silencieuse, pour compléter autant de phrases que possible.

Notre choix s'est porté sur ce test car il comporte un nombre important de phrases et leur ordre de présentation n'a pas d'influence sur les résultats des enfants. Cela nous a donc permis de proposer à chacun des bilans, des phrases différentes évitant ainsi un effet test-re-test.

2.2.1.5. Compréhension orale – Bale

L'épreuve, qui vise l'évaluation de la compréhension syntaxico-sémantique à l'oral se présente sous la forme suivante: vingt phrases sont énoncées à l'enfant, qui doit choisir l'image correspondante parmi quatre proposées.

Ce subtest a été adjoint au bilan dans un but différentiel. Un score pathologique nous conduirait à pondérer les résultats obtenus à l'épreuve L3 de la D-Or-Lec. En effet, les difficultés de compréhension ne dépendraient plus uniquement d'un déficit des processus d'identification des mots écrits, mais pourraient être en lien avec un trouble général de la compréhension.

Dans la mesure où un effet test-retest semble difficilement évitable, nous avons fait le choix de n'utiliser l'épreuve de compréhension orale que lors du bilan initial.

2.2.1.6. Dictée de mots et non-mots – Bale

La dictée de cinquante items (dix mots réguliers simples, dix mots réguliers complexes, dix mots irréguliers, dix logatomes bisyllabiques et dix logatomes trisyllabiques) permet de sonder le lexique orthographique interne de l'enfant, ainsi que ses capacités de transposition phonographémiques.

Nous avons choisi d'ajouter cette épreuve au bilan afin d'observer un éventuel effet de généralisation aux compétences d'écriture de l'amélioration de la voie d'assemblage visée par notre protocole.

2.2.2. Passation des bilans

Trois bilans ont été proposés à chacun des enfants:

- Le bilan initial: administré en amont du protocole, il est la valeur référente des compétences de chacun des enfants. L'épreuve de compréhension orale n'a été proposée que lors de cette session. La passation a eu lieu au cours de la même semaine pour tous les enfants, juste au retour d'une période de vacances scolaires.
- Le bilan intermédiaire: il a été proposé à chacun des enfants immédiatement après l'arrêt du protocole. Ainsi, les cinq enfants ayant suivi le protocole intensif ont passé ce second bilan cinq semaines après le bilan initial, la veille des vacances scolaires. Les cinq enfants suivis de façon bi-hebdomadaire ont, quant à eux, passé ce bilan douze semaines après le bilan initial (soit dix semaines de suivi entrecoupées de deux semaines de vacances scolaires). L'objectif est de mesurer les progrès immédiatement après la stimulation.
- Le bilan final: il a été administré à tous les enfants seize semaines après le bilan initial, soit deux mois après l'arrêt du protocole pour le groupe suivi de façon intensive. L'intérêt est de mesurer les progrès de tous les enfants sur une période scolaire équivalente, mais également de vérifier la pérennité des acquis dans le temps pour les enfants suivis de façon intensive.

2.3. Traitement des données

D'un point de vue quantitatif, ce sont les scores obtenus lors des trois bilans à l'épreuve de lecture de mots isolés que constitue la MIM qui nous permettront d'évaluer les progrès des enfants. L'épreuve de reconnaissance du nom des lettres et son des graphèmes, la MCLM, l'épreuve L3 de compréhension de l'écrit et la dictée nous permettront de nuancer nos observations et apporteront un éclairage qualitatif sur leurs performances.

Une fois les profils d'évolution des enfants analysés, nous pourrons procéder à des analyses de groupe, avant de confronter les observations propres à chacun des groupes.

A partir des lectures chronométrées, nous pourrons également observer l'évolution des enfants en terme de précision et de vitesse de lecture tout au long du suivi de protocole.

3. Population

La population est composée de dix enfants, âgés de 8,5 ans à 11 ans. Tous présentent des troubles dyslexiques plus ou moins associés à d'autres troubles spécifiques des apprentissages. Les enfants sont scolarisés dans deux Unité Localisée pour l'Inclusion Scolaire spécialisées dans l'accueil des enfants présentant des Troubles Spécifiques du Langage et des Apprentissages (ULIS TSLA). Ces deux ULIS se trouvent dans la même école.

3.1. Enfants scolarisés en ULIS TSLA 1

3.1.1. Maël – Annexe II

Maël est âgé de neuf ans. Il a été diagnostiqué dysphasique et dyslexique et bénéficie d'un suivi orthophonique. Il a été orienté en ULIS TSLA un an auparavant, après un second CP.

Maël est en très grande difficulté face à l'écrit et sa situation évolue peu d'après l'enseignante. Lors du premier bilan, alors qu'il se montre souriant au début de l'entretien, son comportement change lorsque nous lui demandons de lire un texte. Il rougit et a les larmes aux yeux. La confrontation à l'écrit est une véritable épreuve pour lui.

Le bilan initial confirme les observations de l'enseignante. Alors que les résultats de Maël sont corrects à l'épreuve de compréhension orale, tous les scores de lecture sont extrêmement pathologiques. Les temps de lecture sont fortement allongés et lorsque Maël tente une réponse, celle-ci est très souvent erronée. Les erreurs sont de types omission (Exemple: /bum/ pour « blume »), inversion (Exemple: /miage/ pour « image »), ou substitution (/litteradule/ pour « littérature »). Les règles de conversion grapho-phonémiques sont fragiles. Maël confond systématiquement les lettres « b » et « d ». Les digraphes et les trigraphes posent problème. Il ne semble pouvoir s'appuyer ni sur sa voie d'assemblage, ni sur sa voie d'adressage. Ces difficultés, ajoutées à sa grande lenteur, l'empêchent d'accéder au sens: ainsi, il ne parvient pas à lire une seule phrase de l'épreuve L3. La dictée fournit des résultats cohérents avec les erreurs observées en lecture.

3.1.2. Enzo – Annexe IV

Enzo est âgé de 8 ans 11 mois. Il est scolarisé en ULIS TSLA depuis le début de l'année scolaire, après un maintien en CE1. Il a été diagnostiqué dyslexique et est suivi en orthophonie.

C'est un enfant souriant mais très dispersé, qui se lance dans des bavardages nourris dès qu'on cherche à le confronter à l'écrit.

Le bilan initial fait apparaître des scores pathologiques en lecture, aussi bien en identification de mots qu'en temps de réponse. La lecture, comme l'écriture, est caractérisée par de nombreuses confusions visuelles (Exemples: f/t, n/m) ou auditives (Exemples: f/v, t/d, k/g, p/b, ch/j), des ajouts (Exemple: /berati/ pour « béret »), des inversions (Exemple: /sitre/ pour « stire ») et des omissions (Exemple: /supervi/ pour « superviser »). On note cependant un effet fréquence, suggérant la constitution d'un lexique orthographique. C'est donc la voie d'assemblage qui semble la plus déficitaire chez Enzo. Cette lenteur et ces nombreuses confusions limitent l'accès au sens à l'écrit pour Enzo, alors même que l'épreuve de compréhension orale est très bien réussie.

3.1.3. Clara – Annexe VI

Clara est âgée de 8 ans 7 mois. Elle est scolarisée en ULIS TSLA depuis un an. Elle y a été orientée après une année de CP. Elle a été diagnostiquée dysphasique et dyslexique. Elle a actuellement un suivi orthophonique.

Clara est une petite fille très joviale, mais fait preuve de grandes capacités de concentration dès qu'il s'agit de se mettre au travail. Contrairement à Maël ou Enzo, Clara affirme qu'elle n'a pas de difficultés en lecture.

Le bilan initial met en avant des scores pathologiques sur les temps de lecture. Cependant, la précision de lecture n'est pas indemne pour autant. On constate des omissions (Exemple: /mévèleux/ pour « merveilleux »), un manque de maîtrise de certaines correspondances grapho-phonémiques (Exemple: /y/ pour « x », /on/ pour « an »), ou une méconnaissance des graphies contextuelles (Exemple: /guéon/ pour « géant »). Toutes ces erreurs sont également présentes à l'écrit. Aucun effet fréquence n'est décelable, ce qui nous mène à soupçonner un déficit portant en grande partie sur la voie d'adressage. Une dichotomie entre les résultats obtenus à l'épreuve de compréhension orale et ceux de la compréhension écrite mettent en évidence les difficultés liées spécifiquement à l'écrit.

3.1.4. Camille – Annexe XIII

Camille est âgée de 9 ans 6 mois. Elle est scolarisée en ULIS TSLA depuis un an. Il n'y a pas d'éléments diagnostiques, hormis un « mutisme sélectif », mais Camille présente des troubles de type dyslexiques en lecture. Elle bénéficie d'un suivi orthophonique.

Très consciente de ses difficultés, Camille se prête de mauvaise grâce aux épreuves la confrontant à la lecture alors que le reste du bilan se déroule sans accroc.

Alors que la compréhension orale n'est absolument pas perturbée, les scores de lecture sont pathologiques. En terme de précision, Camille s'approche des résultats d'Enzo. En lecture, comme lors de la dictée, on observe des omissions, des inversions (Exemple: /pro/ pour « sport »), des confusions (Exemples: p/b, an/eu, é/i) et une méconnaissance des graphies contextuelles et des trigraphes (Exemple: /ni-a-in/ pour « niain »). Les difficultés semblent porter aussi bien sur la procédure par assemblage que par adressage. La compréhension à l'écrit s'en trouve perturbée, mais Camille fait de gros efforts pour associer un sens à ce qu'elle lit, ce qui est probablement la cause de sa lenteur en lecture.

3.1.5. Maéliste – Annexe XV

Maéliste a 9 ans. Elle est scolarisée en ULIS TSLA depuis deux ans, après un maintien en grande section de maternelle. Elle a été diagnostiquée dysphasique et dyslexique. Elle bénéficie d'un suivi orthophonique.

C'est une petite fille bavarde et joviale mais elle se montre assez réfractaire lorsque nous lui demandons de lire car elle est consciente de ses difficultés.

Maéliste présente une bonne compréhension orale, et des scores faibles mais non pathologiques en ce qui concerne la vitesse de lecture. Cependant, ses résultats en identification de mots écrits sont faibles. Elle se rapproche du niveau de Camille et Enzo. On observe en lecture, comme en écriture, de très nombreuses omissions, majoritairement en fin de mots (Exemple: /méta/ pour « métal ») et des confusions phonologiques quasi systématiques (Exemple: k/g, f/v, ch/j). Maéliste s'appuie principalement sur une procédure par assemblage pourtant déficitaire. La compréhension écrite s'en trouve perturbée.

3.1.6. Maud – Annexe XVII

Maud a 8 ans 6 mois. Elle est scolarisée en ULIS TSLA depuis un an. Elle y a été orientée après le CP. Elle a été diagnostiquée dysphasique, dyslexique et dyscalculique. Elle bénéficie d'un suivi orthophonique.

Nous rencontrons une petite fille très souriante et volontaire lors du premier bilan.

Les scores de Maud sont moyennement pathologiques concernant la précision de lecture, ce qui la rapproche des résultats de Clara. En lecture, tout comme lors de la dictée, on observe principalement une méconnaissance des graphèmes complexes (Exemple: /convècre/ pour « convaincre ») et des graphies contextuelles (Exemple: /guentileusse/ pour « gentillesse »), ainsi qu'un effet longueur important. Maud semble lire en ne s'appuyant que sur sa voie d'assemblage. La compréhension écrite s'en trouve perturbée alors même que la compréhension orale est très bien préservée.

3.2. ULIS TSLA 2

3.2.1. Léa – Annexe VIII

Agée de 11 ans 2 mois, Léa est scolarisée en ULIS TSLA depuis la rentrée. Auparavant, Léa a suivi un parcours scolaire classique jusqu'au CM1. Un diagnostic de dysphasie, dyslexie et dysorthographe a été posé à l'âge de neuf ans. Léa bénéficie d'une prise en charge orthophonique.

Léa est une petite fille très timide et très consciente de ses difficultés. La confrontation à l'écrit la met très mal à l'aise, elle rougit vivement.

Le bilan initial révèle des scores de lecture extrêmement pathologiques, que ce soit en précision ou en vitesse de lecture. De nombreuses inversions (Exemple: /choi/ pour « chiot »), des substitutions (Exemple: /pram/ pour « prème ») et omissions (Exemple: /tire/ pour « stire ») entachent ses performances de lecture et d'écriture. Il lui est quasiment impossible de déchiffrer les digraphes et trigraphes. Les deux voies de lecture semblent atteintes. La compréhension écrite s'en trouve très altérée, alors qu'elle obtient de très bons résultats en compréhension orale.

3.2.2. Hugo – Annexe X

Hugo est âgé de 11 ans 2 mois. Il est diagnostiqué dyslexique et bénéficie d'un suivi orthophonique. Il est scolarisé en ULIS TSLA depuis deux ans, suite à son second CE1.

Très souriant et à l'aise à l'oral, il manque cruellement de confiance en lui sitôt qu'il se trouve confronté à l'écrit car il est très conscient de ses difficultés. Il « ronchonne » beaucoup lorsque nous lui demandons de lire et tente la négociation pour éviter nos épreuves.

Le bilan initial révèle chez Hugo une lecture assez précise. Les erreurs portent essentiellement sur les logatomes, révélant une voie d'assemblage moins fiable que la voie d'adressage. De plus, la dictée fait apparaître de nombreuses erreurs portant principalement sur les mots irréguliers ou sur les mots réguliers complexes, marquant un faible lexique orthographique interne. La voie d'adressage qu'Hugo tente de privilégier bénéficie donc d'appuis peu stables. La précision de lecture est obtenue au prix d'efforts intenses qui transparaissent au travers d'une lenteur particulièrement pathologique. C'est cela qui le dessert lors de toutes les épreuves, même celle de compréhension écrite. La compréhension orale est parfaitement préservée.

3.2.3. Jérémy – Annexe XIX

Jérémy est âgé de 9 ans 9 mois. Il est scolarisé en ULIS TSLA depuis plus de deux ans, suite à un diagnostic de dysphasie entraînant une dyslexie importante..

Très conciliant, il participe avec plaisir aux épreuves.

Au bilan initial, Jérémy présente des scores pathologiques en précision comme en vitesse de lecture. Lorsqu'il tente de lire très rapidement, sa lecture est truffée d'erreurs. On observe de très nombreuses confusions phonologiques (Exemples: t/d, p/b, m/n), une méconnaissance des digraphes (Exemple: /au/ pour « ou »), des inversions (Exemple: /méladiction/ pour « malédiction »), des omissions (Exemple: /alpinis/ pour « alpiniste »). La voie d'assemblage est donc déficitaire, mais la voie d'adressage semble encore moins solide pour Jérémy. La compréhension écrite est perturbée, cependant il est difficile d'en attribuer la responsabilité uniquement au vecteur écrit, car contrairement aux autres enfants, Jérémy présente un score pathologique à l'épreuve de compréhension orale.

3.2.4. Kahina – Annexe XXI

Kahina est âgée de 10 ans 3 mois. Elle est scolarisée en ULIS TSLA depuis quatre ans, après qu'un retard massif en langage oral ait été repéré. Elle présente actuellement des troubles de type dyslexique. Un suivi orthophonique lui est proposé peu de temps après le début de nos expérimentations.

Kahina est une petite fille très souriante qui participe avec plaisir aux épreuves que nous lui proposons.

Le bilan initial met en lumière les faits suivants: alors que la compréhension orale est préservée, Kahina obtient en lecture des scores pathologiques, en particulier sur la lecture de mots irréguliers ou complexes. On observe de très nombreuses inversions (Exemple: /amige/ pour « image »), des substitutions de phonèmes (Exemple: e/i), une méconnaissance des digraphes (Exemple: on/an, a/an) et des trigraphes, des ajouts (Exemple: /grambogieux/ pour « gambogieux »), ainsi qu'une nette tendance à la régularisation, ce qui montre une fragilité de la voie d'adressage. Ces erreurs sont cohérentes avec nos observations lors de la dictée. La compréhension écrite est pathologique, mais cela semble surtout dû à une certaine lenteur.

3.3. Répartition en deux groupes

Au terme du bilan initial, les dix enfants ont été répartis en deux groupes globalement équivalents du point de vue de l'âge et des difficultés mises en lumière par le test MIM. Pour cela, nous avons déterminé le pourcentage d'items correctement lus à ce test, puis nous avons tenté d'obtenir un pourcentage moyen de réussite équivalent entre les deux groupes. Pour plus de facilité, nous n'avons pas pris en compte les critères temporels. Nous ne prêtons pas non plus attention au type de déficit mis en lumière au bilan initial (déficit portant sur la voie d'assemblage, la voie d'adressage ou les deux).

		Items correctement lus	Pourcentage de réussite		Items correctement lus	Pourcentage de réussite
ULIS TSLA 1	Maël	13	18%	Camille	16	22%
	Enzo	13	18%	Maélysse	23	32%
	Clara	38	53%	Maud	33	46%
ULIS TSLA 2	Léa	10	14%	Jérémy	31	43%
	Hugo	52	72%	Kahina	42	58%
	Score moyen	25,2	35%	Score moyen	29	40%

Le premier groupe a bénéficié d'un suivi intensif, tandis que le second s'est vu administrer le même protocole sur un rythme bihebdomadaire.

4. Précautions méthodologiques

Les résultats que nous obtiendrons nécessitent d'être appréhendés avec quelques précautions. En effet, certains problèmes méthodologiques n'ont pu être évités lors des expérimentations.

Nous souhaitons que les enfants soient issus des mêmes classes, afin de limiter les disparités liées aux apprentissages scolaires. Dans ces conditions, seules des ULIS TSLA nous permettraient de recruter une population assez importante. Mais cette condition a également conditionné le fait que la très grande majorité des enfants ne bénéficie pas d'un diagnostic de troubles dyslexiques purs. Ainsi, la plupart des enfants de notre population sont diagnostiqués dysphasiques, un trouble que Dehaene reconnaît comme une version plus handicapante du trouble dyslexique.

Notre protocole n'a été appliqué qu'à une cohorte de dix enfants, recrutés dans deux classes. Cette cohorte nous permet de faire apparaître un effet de groupe, cependant elle reste trop limitée pour tirer des conclusions à grande échelle.

Certains effets peuvent influencer les résultats obtenus. C'est le cas de l'effet Hawthorne, mis à jour par Elton Mayo, qui stipule que le simple fait de se savoir choisi pour participer à une étude peut améliorer les résultats des sujets. L'effet Pygmalion, décrit par Rosenthal, peut également être cité. Puisque nous croyons à notre protocole, nous attendons peut-être de meilleurs résultats des enfants suivis de façon intensive que de ceux suivis de façon bihebdomadaire. Ces attentes pourraient alors s'exprimer par des améliorations supérieures pour les enfants du premier groupe.

Enfin, un biais peut être relevé: les suivis orthophoniques des enfants ont été poursuivis durant tout le temps de notre étude.

Notons également que le second bilan, administré immédiatement après la stimulation a lieu à sept semaines d'écart entre les deux groupes. Le groupe suivi de façon bihebdomadaire bénéficiera donc d'apprentissages extérieurs (scolaires ou orthophoniques) supérieurs au groupe de suivi intensif.

5. Hypothèses opérationnelles

Au travers de nos expérimentations, nous nous attendons à observer:

- Hypothèse opérationnelle 1:

Une précision et une vitesse de lecture s'améliorant plus rapidement pour les enfants suivis de façon intensive que chez ceux au suivi bihebdomadaire lors des lectures chronométrées.

- Hypothèse opérationnelle 2:

Des progrès supérieurs en précision et en vitesse de lecture pour les enfants au suivi intensif que pour les enfants au suivi bihebdomadaire lors de l'épreuve MIM.

- Hypothèse opérationnelle 3:

Des profils de progrès plus cohérents pour les enfants suivis de façon intensive que pour ceux suivis de façon bihebdomadaire avec une généralisation des compétences aux autres domaines testés, soit la maîtrise des correspondances grapho-phonémiques (Epreuve: Nom des lettres, Son des graphèmes), la compréhension écrite (Epreuve L-3) et la maîtrise des correspondances phono-graphémiques (Epreuve: transcription de mots réguliers simples et de logatomes bisyllabiques et trisyllabiques en dictée).

- Hypothèse opérationnelle 4:

Chez les enfants au suivi intensif, une dynamique de progrès qui se pérennisent dans le temps, ce malgré l'arrêt de la stimulation.

RESULTATS ET ANALYSE

1. Enfants ayant bénéficié du protocole intensif

1.1. Maël

1.1.1. Lectures chronométrées – Annexe I

Nombre d'absences: 3

Au cours des premières séances, on comptabilise environ quinze erreurs de lecture. A partir de la dixième séance, ce nombre chute subitement aux environs de sept. A partir de la seizième séance, Maël se stabilise aux alentours de deux erreurs. La précision de lecture augmente donc au fil des séances.

En revanche, le temps de lecture ne connaît pas d'évolution significative.

1.1.2. Résultats aux bilans – Annexes I et II

1.1.2.1. MIM

Au terme du protocole, Maël présente une précision de lecture très nettement accrue. Dès le second bilan, il double son pourcentage de réussite en identification de mots. Lors du troisième bilan, soit huit semaines après l'arrêt de la stimulation, on peut observer, non seulement un maintien de ses nouvelles compétences, mais bel et bien une précision de lecture encore améliorée.

Concernant le temps de lecture, on peut observer que la précision acquise au second bilan nécessite des efforts supplémentaires. Cela se traduit par un temps de lecture un peu allongé. En revanche, lors du troisième bilan, ce facteur amorce une chute, laissant supposer une automatisation de la reconnaissance des mots nettement améliorée.

D'un bilan à l'autre, les inversions se font moins nombreuses, de même que les élisions et l'effet longueur relevés lors du bilan initial.

Au second bilan, Maël ne commet aucune confusion B/D, pourtant systématiques lors du bilan initial. On note que lorsqu'il doute, il trace du bout des doigts la lettre sur la table, comme s'il avait encore sous les yeux la lettre rugueuse maintes fois utilisée lors du protocole. Cependant, au

troisième bilan, quelques confusions - non-systématiques - réapparaissent. Maël tente alors de compenser sa difficulté en effectuant un geste issu de la Méthode Distinctive (Roy), mais il le fait à l'envers, ce qui entretient la confusion.

1.1.2.2. Nom des lettres, son des graphèmes

La maîtrise du nom des lettres et du son des graphèmes s'améliore de façon linéaire et atteint le niveau maximal lors du dernier bilan.

1.1.2.3. MCLM

Les résultats sont cohérents avec ceux de la MIM. En effet, d'un bilan à l'autre, Maël améliore ses performances de lecture, mais un effet longueur est encore existant. Lors de la troisième évaluation, une légère baisse apparaît. En effet, la lecture de texte demeure encore difficile même si d'énormes progrès sont observables.

1.1.2.4. L3

Alors qu'au bilan initial, Maël ne parvient pas à déchiffrer une seule phrase, il peut en lire une et sélectionner le terme approprié au second bilan, puis six lors du bilan final même s'il commet trois erreurs. Les progrès sont donc particulièrement importants.

1.1.2.5. Dictée

On note des progrès dans l'écriture de mots réguliers simples et de logatomes bisyllabiques lors des bilans. Maël s'avère donc de plus en plus capable de solliciter une procédure phonologique pour écrire. Les logatomes trisyllabiques sont encore trop longs, démontrant une surcharge de la mémoire de travail.

1.1.3. Synthèse

Maël est très mal à l'aise au début du suivi que nous lui proposons. Il prend cependant doucement confiance en lui, notamment grâce aux résultats de la Lecture Chronométrée, qui montrent une évolution positive. Il investit beaucoup le protocole, est toujours enthousiaste lorsque nous allons le chercher en classe. Au cours de la prise en charge, il déclare spontanément que la lecture est plus facile pour lui depuis que nous travaillons ensemble.

Les lettres rugueuses sont pour lui un très bon appui, qu'il recherche dès qu'il est en échec. Les confusions B/D s'estompent peu à peu grâce à ce support.

Même s'il a encore grand besoin d'être rassuré, les progrès de Maël sont évidents et s'étendent progressivement à tous les domaines testés (identification de mots, lecture de texte, compréhension écrite, orthographe, connaissance du nom et son des lettres), avec une amélioration notable également entre le second et le dernier bilan.

Maël présente un profil d'évolution globale très cohérent. Sa voie d'assemblage, plus robuste et mieux automatisée, lui permet de continuer à progresser en dehors de la stimulation et dans tous les domaines exploitant ce mode de fonctionnement.

On notera que les progrès en lecture que nous constatons en séance, puis lors des bilans nous sont également rapportés par l'enseignante et l'orthophoniste qui suit Maël.

1.2. Enzo

1.2.1. Lectures chronométrées – Annexe III

Nombre d'absences: 1 (+ une séance non consacrée au protocole)

Les premières lectures chronométrées font apparaître un score d'environ quatorze erreurs. A partir de la dixième séance, on observe une chute de ce chiffre à approximativement sept. La précision de lecture s'améliore donc très nettement durant le suivi.

En revanche, l'évolution du temps n'est pas significative.

1.2.2. Résultats aux bilans – Annexes III et IV

1.2.2.1. MIM

La précision de lecture montre une évolution importante. Dès le second bilan, Enzo améliore nettement son taux de réussite. Lors du troisième bilan, huit semaines après l'arrêt de la stimulation, ce taux continue de grimper.

Le temps de lecture nécessaire se réduit de façon concomitante, laissant supposer une automatisation de plus en plus importante des processus de lecture.

Les confusions visuelles f/t, très nombreuses lors du bilan initial, s'estompent progressivement. Quelques confusions sourdes/sonores, ainsi que des erreurs de segmentation syllabique sont encore présentes. Les graphies contextuelles, qui posaient encore problème lors du second bilan, ne sont plus source d'erreurs lors du troisième bilan. Enfin, l'effet longueur tend à diminuer progressivement.

1.2.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

La connaissance du nom des lettres s'améliore et atteint son plafond dès le second bilan. Quant à la maîtrise du son des graphèmes, elle fait un bond important lors du second bilan et progresse doucement jusqu'au dernier bilan.

1.2.2.3. MCLM

Cette épreuve montre une amélioration importante de la vitesse et de la précision de lecture au second bilan même si les mots irréguliers demeurent difficiles. Le score brut s'améliore encore légèrement lors de l'évaluation finale.

1.2.2.4. L3

De nets progrès sont observables. Enzo lit de plus en plus de phrases en cinq minutes et peut sélectionner le terme approprié dans un peu plus de la moitié des cas. Une partie de l'attention semble donc avoir été libérée au profit des processus de haut niveau.

1.2.2.5. Dictée

Si quelques progrès sont observables dès l'évaluation post-stimulation, c'est au bilan final qu'une très nette amélioration apparaît. En effet, Enzo passe d'une déviation standard très inférieure au niveau attendu à une déviation standard positive pour les logatomes bisyllabiques. Dans la foulée, l'écriture de logatomes trisyllabiques et de mots réguliers simples connaissent une évolution positive. Enzo semble donc pouvoir s'appuyer sur une voie d'assemblage bien plus stable.

1.2.3. Synthèse

Enzo est un enfant assez dispersé et très encombré par des préoccupations extérieures, ce qui l'empêchera de se mettre au travail lors d'une de nos rencontres. Il semble cependant toujours ravi de venir en séance et s'investit beaucoup. Dès la douzième séance, il rapporte mieux lire en classe.

Les confusions visuelles f/t sont particulièrement nombreuses lorsqu'Enzo lit, mais l'appui sur les lettres rugueuses lui est très bénéfique. Il réclame celles qui lui manquent lorsqu'il se trouve en difficulté face à un mot.

Les progrès sont évidents et nombreux, observables aussi bien en séance que lors des bilans. Comme pour Maël, le profil d'évolution est très cohérent. Les progrès observables en identification de mots s'étendent aux autres domaines (lecture de texte, compréhension écrite, dictée, maîtrise du nom et son des lettres). Une voie d'assemblage plus robuste et automatisée lui permet de continuer à progresser même huit semaines après l'arrêt de la stimulation.

Enzo est très conscient d'avoir progressé en lecture, et ses progrès nous sont également rapportés par son enseignante.

1.3. Clara

1.3.1. Lectures chronométrées – Annexe V

Nombre d'absences: 0

Lors des premières séances, on comptabilise une quinzaine d'erreurs de lecture. Ce chiffre décroît lentement avant une chute nette à la dixième séance jusqu'à quatre puis deux erreurs. Lors des dernières séances, on ne relève plus aucune erreur.

Cependant cette précision concorde avec un allongement du temps de lecture. Notons que Clara, qui commence doucement à se lasser, a tendance à bavarder au milieu de la lecture chronométrée, ce qui fausse en partie ses résultats.

1.3.2. Résultats aux bilans – Annexes V et VI

1.3.2.1. MIM

Les résultats obtenus à la MIM montrent une légère amélioration de la précision de lecture, qui se poursuit de façon linéaire jusqu'au bilan final.

L'évolution du temps de lecture se révèle très positive : il décroît sans cesse entre les bilans.

Si certains types d'erreurs (erreurs de segmentation syllabique, omissions dans les mots longs) sont encore présents lors de chacun des bilans, on note la maîtrise nouvelle de certaines graphies complexes ou la diminution de l'effet longueur.

1.3.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Cette épreuve fournit des résultats plus surprenants. En effet, tandis que Clara améliore nettement sa maîtrise du son des graphèmes, ses compétences concernant le nom des lettres diminuent à chaque bilan.

1.3.2.3. MCLM

Lors des trois bilans, Clara lit exactement le même nombre de mots en une minute. En revanche, la précision de lecture est améliorée de façon linéaire, passant de huit erreurs à deux.

1.3.2.4. L3

Clara obtient des résultats sensiblement identiques aux trois bilans.

1.3.2.5. Dictée

On observe une nette amélioration de la voie d'assemblage à travers les résultats obtenus pour l'écriture de mots réguliers simples et de logatomes bisyllabiques, en particulier lors du bilan final.

1.3.3. Synthèse

Dès le départ, Clara nous explique qu'elle n'a aucune difficulté en lecture. Elle vient aux séances sans rechigner et travaille avec application mais ne voit pas un grand intérêt à ce qu'on y fait. Elle montre d'ailleurs quelques signes de lassitude vers la fin du protocole.

Au fil des séances, la précision de lecture progresse, mais Clara ne semble pas s'en apercevoir. Lors des bilans, on observe une amélioration, certes modérée, mais bien réelle en identification de mots, ainsi que sur le score brut en lecture de texte, en compréhension écrite et dans la maîtrise des correspondances grapho-phonétiques, ou en dictée. Hormis la connaissance du nom des lettres, Clara présente un profil d'évolution globale cohérent avec des progrès continus jusqu'au bilan final.

Au terme de notre expérimentation, Clara n'a toujours pas conscience de ses progrès, alors qu'ils sont relevés par l'enseignante.

1.4. Léa

1.4.1. Lectures chronométrées – Annexe VII

Nombre d'absences: 4

Léa commet entre douze et quinze erreurs de lecture lors des premières séances. Cependant, dès la dixième séance, une chute nette du nombre d'erreurs, aux alentours de cinq, est visible. Aucune erreur n'est relevée lors de la dernière séance.

L'évolution du temps, en dents de scie, ne semble pas significative.

1.4.2. Résultats aux bilans – Annexes VII et VIII

1.4.2.1. MIM

Léa améliore grandement sa précision de lecture dès le second bilan. Cette évolution très positive se poursuit jusqu'au bilan final, huit semaines après l'arrêt de la stimulation.

Les temps de lecture s'améliorent de façon spectaculaire.

Dès le second bilan, Léa s'avère capable de lire des syllabes complexes, de type CCV (consonne-consonne-voyelle), ce qui lui était impossible lors du bilan initial. L'effet longueur se fait également moins prégnant. Les graphies complexes sont identifiées avec beaucoup plus de précision. Il persiste jusqu'au bilan final des omissions et des confusions n/m.

1.4.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Au bilan initial, Léa montre une maîtrise incomplète du nom des lettres et de leur correspondance grapho-phonémiques. Cependant, ses capacités s'accroissent lors des deux bilans suivants. Au bilan final, il ne subsiste qu'une seule erreur portant sur un graphème complexe.

1.4.2.3. MCLM

Cette épreuve offre des résultats cohérents avec ceux de la MIM. En effet, Léa augmente sa précision et sa vitesse de lecture à chacun des bilans. Notons que la sensibilité du barème fait apparaître son score au dernier bilan comme inférieur à celui du second bilan, alors même que son score brut est plus élevé.

1.4.2.4. L3

Léa est de plus en plus rapide dans sa lecture. Ses résultats augmentent de façon linéaire entre chacun des bilans. On note que les réponses de Léa sont presque toujours exactes montrant qu'elle ajoute du sens à ce qu'elle lit.

1.4.2.5. Dictée

Au vu des progrès portant sur les mots réguliers simples et les logatomes bi et trisyllabiques, on peut supposer que la voie d'assemblage de Léa est de plus en plus robuste.

1.4.3. Synthèse

Léa est très consciente de ses difficultés de lecture. Lors des premières séances, elle se montre très timide. Cependant, elle prend rapidement confiance en elle et investit pleinement le travail que nous lui proposons. Très vite, elle rapporte mieux lire en classe. Elle décide même de s'acheter un roman dont elle lit une à deux pages chaque soir car elle trouve que lire est de plus en plus facile.

Au départ de notre protocole, Léa est dans une situation de difficulté extrême face à la lecture. Cependant, elle progresse visiblement. Les lettres rugueuses constituent un appui important, qui lui permettra de dépasser ses difficultés face aux syllabes complexes. Les bilans font apparaître un profil d'évolution globale positif. La voie d'assemblage plus robuste et automatisée qu'elle développe lui permet d'améliorer conjointement ses résultats en identification de mots, en lecture de texte, en compréhension de texte ainsi qu'en dictée, ce, même huit semaines après l'arrêt de la stimulation.

L'enseignante et l'orthophoniste qui suit Léa nous rapportent toutes deux avoir constaté les progrès de Léa.

1.5. Hugo

1.5.1. Lectures chronométrées – Annexe IX

Nombre d'absences: 2

Hugo démarre la session avec une douzaine d'erreurs. Ce nombre connaît une baisse significative dès la huitième séance, avant de se stabiliser à zéro lors de la dixième séance. On enregistre un pic après une absence, mais Hugo retombe à zéro dès la séance suivante.

L'évolution du temps semble peu significative. Il nous précise à ce sujet qu'il préfère « lire juste plutôt que lire vite ».

1.5.2. Résultats aux bilans – Annexes IX et X

1.5.2.1. MIM

Hugo bénéficie d'une assez bonne précision de lecture dès le départ. Il s'améliore faiblement au second bilan mais il lit sensiblement plus vite.

Cependant, lors du troisième bilan, les performances d'Hugo ont quelque peu régressé, que ce soit en temps ou en précision de lecture. Elles demeurent cependant supérieures à celles du bilan initial.

Malgré quelques omissions ou confusions de phonèmes, la précision de lecture est assez bonne. Il semble que ce soit la persistance de l'effet longueur, en particulier sur les logatomes, qui limite les progrès d'Hugo. Il semble donc qu'il favorise toujours une lecture par adressage, même après la stimulation.

1.5.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Hugo s'améliore à chaque évaluation et atteint la note maximale lors du bilan final.

1.5.2.3. MCLM

Cette épreuve met en avant une lecture plus précise, même si elle n'est pas plus rapide.

1.5.2.4. L3

Hugo déploie une grande énergie pour accéder au sens de ce qu'il lit. Il sélectionne donc de façon quasi-systématique le terme adéquat. Au second bilan, on observe de meilleurs résultats, en lien avec une plus grande célérité de lecture. En revanche, lors du bilan final, il ne parvient à lire que trois phrases. Si ces résultats sont cohérents avec la baisse de précision et vitesse observée lors de l'épreuve MIM, Hugo se justifie et accuse un stress intense.

1.5.2.5. Dictée

Si on constate quelques progrès, les performances d'Hugo sont relativement stables également en dictée.

1.5.3. Synthèse

Hugo est très conscient de ses difficultés face à l'écrit et a grand besoin d'être rassuré sur ses capacités. Il investit vivement le protocole et attend chaque jour la lecture chronométrée avec impatience, car il peut y constater ses progrès. Très rapidement, il rapporte mieux lire en classe ainsi qu'à la maison. Fondé ou non, ce ressenti lui fait gagner en confiance en lui.

Au fur et à mesure des séances, Hugo améliore tout de même sa précision de lecture et sa vitesse de lecture

Pourtant, les performances d'Hugo lors des bilans ne font apparaître que peu d'évolutions, en décalage avec le ressenti très positif qu'il décrit et l'impression que nous avons lors des séances. Cependant, les situations d'évaluation ont tendance à générer un stress intense chez lui, ce qui pourrait peut être en partie expliquer cet écart.

Toujours est-il qu'Hugo présente un profil d'évolution globale s'apparentant à une stagnation de ses compétences, en particulier lors du bilan final. La voie d'assemblage semble un peu plus robuste qu'avant le protocole, mais pas assez pour que les progrès soient pérennes en dehors de la stimulation.

2. Synthèse pour le groupe suivi de façon intensive – Annexe XI

A partir des résultats des enfants détaillés précédemment, on peut établir un profil de groupe.

2.1. Lectures chronométrées

Les lectures chronométrées permettent de dégager une évolution identique chez les cinq enfants suivis de façon intensive. Si on commence avec un nombre d'erreurs assez élevé, on assiste

à une chute importante de ce nombre dès la dixième séance. Par la suite, cette baisse se poursuit plus ou moins rapidement selon les enfants.

En revanche, l'étude du temps de lecture est moins probante: dans tous les cas, il est en dents de scie et aucune tendance notable ne s'en dégage.

Ainsi, lors de la première séance, le pourcentage d'erreur moyen par enfant est de 32%. Lors de la dernière séance, il chute à 4%. Le temps de lecture est légèrement allongé par rapport à la séance initiale.

2.2. MIM

Sur l'épreuve MIM, quatre enfants sur cinq présentent une évolution similaire: la précision de lecture augmente régulièrement entre le premier et le dernier bilan, ce malgré l'arrêt de la stimulation. Chez les trois enfants qui présentaient les scores les plus faibles au bilan initial, ces progrès sont particulièrement importants. En effet, leur taux de réussite est plus que doublé entre le bilan initial et final. L'enfant qui présentait des scores de lecture moins pathologiques au départ poursuit une évolution similaire, mais dans une moindre mesure.

Les erreurs récurrentes lors du bilan initial ont nettement diminué. Le temps de lecture est également très abaissé chez ces quatre enfants.

Seul un enfant suit une évolution différente, avec une progression de précision existante mais limitée, tandis que la vitesse décroît sensiblement au bilan post-stimulation. En revanche, le troisième bilan montre des performances en précision et temps qui ne se maintiennent pas, même si elles restent supérieures à celles du bilan initial.

2.3. Profil d'évolution du groupe

Au terme de ces analyses, un profil d'évolution principal se dégage du groupe d'enfants suivis de façon intensive. En effet, nous avons pu observer chez quatre enfants sur cinq des progrès dans tous les domaines testés entre le bilan initial et le second bilan. Cette courbe ascendante se maintient ensuite jusqu'au bilan final, et ce dans tous les domaines. Ainsi, une voie d'assemblage, désormais plus robuste, leur permet, a priori, de généraliser leurs acquis à d'autres contextes d'apprentissage.

Ces progrès ont également été constatés par l'entourage: enseignantes, orthophonistes ou famille.

Seul un enfant sur cinq se démarque. On observe une stagnation générale de ses compétences, hormis en identification de mots au second bilan. Cependant, la fin de la stimulation ne lui permet pas de maintenir ses performances à leur meilleur niveau.

D'un point de vue psycho-affectif, les enfants qui avaient le plus le sentiment d'être en difficulté face à la lecture sont également ceux qui ont le plus fortement investi le suivi proposé. Ils ont eu des attentes importantes quant à leur lecture. La lecture chronométrée a été pour eux l'occasion de constater leurs progrès au jour le jour. Leur confiance en eux s'en est trouvée renforcée.

Seul un enfant a le sentiment de ne pas avoir progressé au terme du protocole, constat pourtant contredit par les résultats aux bilans et par l'entourage.

3. Enfants suivis de façon bihebdomadaire

3.1. Camille

3.1.1. Lectures chronométrées – Annexe XII

Nombre d'absences: 0

En dehors d'une séance où elle commet un nombre particulièrement élevé d'erreurs, les scores de Camille oscillent entre 9 et 0 tout au long du suivi, malgré une très légère tendance à la baisse.

Les temps de lecture sont également en dents de scie. Aucun profil d'évolution nette ne se dégage de ses résultats.

3.1.2. Résultats aux bilans – Annexes XII et XIII

3.1.2.1. MIM

Dès le second bilan, on constate une précision de lecture très nettement améliorée. En revanche, ces résultats tendent à stagner lors du troisième bilan, qui a lieu quatre semaines après la fin de la stimulation.

Les temps de lecture décroissent très nettement et de façon linéaire entre les trois bilans. Il semble donc, qu'à résultat égal, Camille ait besoin de mobiliser moins de ressources lors du dernier bilan.

Au second bilan, on observe des progrès importants en précision de lecture mais ils sont encore soumis à un effet longueur important, ce qui occasionne des omissions. Les graphies contextuelles sont une autre source d'erreurs. Ce fait évolue peu lors des trois bilans proposés. En revanche, les confusions phonologiques, encore très présentes au second test, diminuent nettement au dernier bilan.

3.1.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Si Camille maîtrise de mieux en mieux les correspondances grapho-phonémiques, cela semble être au détriment de sa capacité à nommer les lettres. En effet, son score diminue à chaque bilan pour cette partie de l'épreuve. Elle poursuit donc la même évolution que Clara.

3.1.2.3. MCLM

Avec une précision de lecture nettement accrue entre le premier et le second bilan, puis une vitesse de lecture qui progresse au dernier bilan, cette épreuve offre des résultats très cohérents avec ceux de la MIM. Des erreurs subsistent sur les graphies complexes et les mots irréguliers.

3.1.2.4. L3

Bien que Camille soit capable de lire de plus en plus de phrases dans le temps imparti, elle commet de nombreuses erreurs dans le choix des items, mettant en lumière des capacités d'attention encore trop accaparées par le décodage pour être allouées aux processus de haut niveau.

3.1.2.5. Dictée

Les progrès perceptibles au second bilan en ce qui concerne les mots réguliers simples ne sont pas pérennes et Camille retrouve son niveau antérieur lors du troisième bilan. On observe même une chute constante de ses résultats pour les logatomes. La voie d'assemblage ne semble donc pas plus robuste qu'avant la stimulation pour Camille.

3.1.3. Synthèse

Camille manque grandement de confiance en elle lorsqu'il s'agit de lire. Elle vient avec plaisir aux séances mais rechigne dès lors que nous lui proposons des activités de lecture. A mesure qu'elle prend confiance en elle, elle s'investit davantage.

L'évolution de Camille est difficile à cerner lors des séances, en raison de résultats très fluctuants, mais les bilans font apparaître des gains en précision et vitesse de lecture, en particulier lors de l'évaluation post-stimulation. Cependant, ses avancées ne semblent pas assez robustes pour se généraliser aux autres domaines testés. Ainsi, on enregistre une stagnation, voire une régression de certaines compétences. De même, on constate une certaine stagnation au bilan final. La voie d'assemblage mise en place n'est donc pas assez robuste pour assurer de nouveaux progrès en dehors de la stimulation.

Camille trouve cependant qu'elle lit mieux et plus vite. Ces gains en précision de lecture sont également constatés en classe, mais ceux en vitesse passent inaperçus.

3.2. Maélysse

3.2.1. Lectures chronométrées – Annexe XIV

Nombre d'absences: 2

La courbe de précision de lecture de Maélysse semble coupée en deux par la douzième séance, qui correspond au retour de vacances scolaires. Avant et après cette interruption, la courbe présente une allure assez similaire avec des résultats fluctuants, desquels on peut extraire un nombre moyen d'erreurs proche de dix, puis une évolution lentement décroissante.

La courbe temporelle est tout aussi fluctuante et semble non significative.

3.2.2. Résultats aux bilans – Annexes XIV et XV

3.2.2.1. MIM

Au fil des trois bilans, Maéliste identifie de plus en plus d'items avec une vitesse de lecture accrue. Les progrès en assemblage sont évidents.

Les confusions phonologiques, encore très présentes immédiatement après la stimulation, tendent à diminuer au dernier bilan, de même que les omissions et les substitutions de phonèmes. L'effet longueur, qui limitait nettement les capacités de Maéliste s'estompe aussi progressivement.

3.2.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Après une amélioration de ses résultats au second bilan, Maéliste régresse.

3.2.2.3. MCLM

Les observations sur cette épreuve sont cohérentes avec les résultats de la MIM: en effet, la vitesse et la précision de lecture évoluent positivement du premier au dernier bilan. Les erreurs phonologiques sont moins prégnantes lors de la dernière évaluation.

3.2.2.4. L3

Après des progrès lors du second bilan, Maéliste connaît une régression de ses performances, retombant quasiment à son niveau initial.

3.2.2.5. Dictée

Les résultats sont mitigés pour Maéliste. Elle connaît une lente progression dans l'écriture de logatomes bisyllabiques d'un bilan à l'autre. Mais après un pic de performances pour les mots

réguliers simples au second bilan, elle régresse. Les erreurs sont à dominante phonologiques, ce qui est cohérent avec ses difficultés.

3.2.3. Synthèse

Maéliste semble peu motivée par le suivi que nous proposons. Elle souffle lorsque nous allons la chercher en classe et présente des signes d'agacement dès lors qu'elle se trouve en difficulté. Pourtant, les résultats positifs que nous lui montrons, notamment au travers de la lecture chronométrée peuvent créer un regain de motivation chez elle.

Les bilans mettent en avant une identification de mots plus précise et rapide. Ces compétences nouvelles sont également observables en lecture de texte, en dictée, et dans une moindre mesure en compréhension écrite lors du second bilan. Cependant, alors que ses performances en identification de mots continuent de s'améliorer lors du bilan final, on observe une stagnation, voire une régression de ses résultats pour la plupart des autres domaines testés. La voie d'assemblage en cours de construction n'est donc pas encore assez robuste pour occasionner une généralisation des progrès en dehors de la stimulation.

Au terme du protocole, Maéliste peut tout de même se targuer d'une lecture plus fluide et assurée, ce que l'enseignante constate également. Pourtant, elle n'a pas conscience d'avoir progressé.

3.3. Maud

3.3.1. Lectures chronométrées – Annexe XVI

Nombre d'absences: 1

Maud obtient un score moyen de huit erreurs lors des premières séances. A partir de la septième séance, elle se stabilise aux alentours de deux erreurs, mais cette précision est obtenue au détriment du temps de lecture, qui s'allonge.

3.3.2. Résultats aux bilans – Annexes XVI et XVII

3.3.2.1. MIM

Maud connaît une précision d'identification de mots très nettement accrue immédiatement après la stimulation, mais celle-ci n'augmente plus guère lors du bilan final.

Cette précision accrue occasionne un allongement du temps de lecture lors du second bilan. Cependant, une légère baisse de ce paramètre au troisième bilan, suggère des efforts moins importants pour maintenir ses performances.

Dès le second bilan, l'effet longueur est moins présent, mais des erreurs persistent en lecture de graphies complexes ou de graphies contextuelles. On ne note pas de différence qualitative entre le second et le troisième bilan.

3.3.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Maud présente déjà de bonnes performances lorsqu'il s'agit de nommer les lettres. Elle maintient ce niveau lors de tous les bilans. Elle progresse dans sa maîtrise des correspondances grapho-phonémiques lors du second bilan, puis ses résultats stagnent.

3.3.2.3. MCLM

On observe une légère baisse des performances de Maud lors du second bilan puis un retour à son niveau antérieur, lors du troisième bilan. On peut donc parler d'une stagnation de ses performances.

3.3.2.4. L3

Si Maud accuse une baisse importante du nombre de phrases qu'elle parvient à lire dans le temps imparti lors du second bilan, elle consacre toute son énergie à répondre avec justesse. Elle parvient à conserver cette précision lors du dernier bilan, tout en lisant plus de phrases. Le coût cognitif de la lecture semble donc diminuer.

3.3.2.5. Dictée

On observe une progression dans l'écriture de mots réguliers et de logatomes bi et trisyllabiques lors de la seconde passation, justifiant d'une voie d'assemblage plus robuste et d'un effet longueur mieux maîtrisé. Cependant, dès l'arrêt de la stimulation, les performances de Maud stagnent.

3.3.3. Synthèse

Maud apprécie de venir en séance et se prête avec plaisir aux activités que nous lui proposons. Cependant, elle ne semble pas en attente de résultats.

Au cours de la stimulation, sa précision de lecture s'améliore nettement, ce que l'on constate lors du bilan post-stimulation en identification de mots. Si ces compétences ne se généralisent pas en lecture de texte lors de ce bilan, la compréhension écrite est plus précise et des progrès en dictée sont observables. Cependant l'arrêt de la stimulation ne lui permet pas de maintenir ses performances à leur meilleur niveau. On enregistre ainsi une stagnation, voire une régression de ses résultats globaux, hormis en compréhension écrite.

Si le second bilan fait apparaître des progrès réels, dont elle est consciente, ceux-ci ne sont pas repérés en classe.

3.4. Jérémie

3.4.1. Lectures chronométrées – Annexe XVIII

Nombre d'absences: 2

Les résultats obtenus lors des lectures chronométrées sont très fluctuants tout au long du protocole. Ils se situent entre zéro et neuf erreurs, sans qu'une quelconque tendance puisse être dégagée.

De même, les temps de lecture sont très variables, mais cela ne semble pas significatif.

3.4.2. Résultats aux bilans – Annexes XVIII et XIX

3.4.2.1. MIM

Immédiatement après la stimulation, on observe de grands progrès, aussi bien en précision qu'en vitesse de lecture. Cependant, lors du bilan final, le taux de réussite en identification de mots est en chute libre. Lors de cette épreuve, Jérémy lit très rapidement.

Alors qu'au second bilan, on observe une diminution des confusions phonologiques, des omissions et inversions, ces erreurs reviennent avec force parasiter la lecture de Jérémy lors du bilan final. Les graphies complexes sont toujours méconnues.

3.4.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Si la maîtrise du son des graphèmes s'améliore avec une belle constance lors des trois évaluations, on note, après une amélioration, une stagnation de la capacité à nommer les lettres lors du bilan final.

3.4.2.3. MCLM

Si d'un point de vue quantitatif, les résultats de Jérémy stagnent sur cette épreuve, une analyse plus fine permet de constater d'importants progrès en précision de lecture. En effet, au bilan initial, Jérémy lit soixante-huit mots et commet vingt-neuf erreurs, soit presque un mot sur deux erroné. Au second bilan, il lit quarante-trois mots mais ne commet que quatre erreurs. Les résultats de l'évaluation finale répondent aux mêmes observations.

3.4.2.4. L3

Après une légère régression de ses performances au second bilan, Jérémy obtient de meilleurs résultats lors du bilan final.

3.4.2.5. Dictée

On observe une belle progression concernant l'écriture de mots réguliers simples ou de logatomes trisyllabiques, tandis qu'une stagnation existe sur les logatomes bisyllabiques. Les mots réguliers complexes et les mots irréguliers connaissent une légère amélioration. Jérémy semble donc pouvoir s'appuyer sur une voie d'assemblage un peu plus robuste, mais semble également se constituer doucement un lexique orthographique interne.

3.4.3. Synthèse

Jérémy étant un enfant très conciliant, il n'a jamais manifesté un quelconque ennui en séance. Cependant, il ne semble pas attendre de résultats particuliers de notre suivi.

Si l'évolution de Jérémy est difficile à analyser en séance, le bilan post-stimulation fait apparaître de nets progrès en identification de mots. Ceux-ci semblent généralisés à certains des domaines testés (maîtrise du nom et son des lettres, dictée), même si une stagnation en lecture de texte existe. Lors du bilan final, on observe une progression générale de toutes les compétences testées, hormis en identification de mots. Il semble donc que Jérémy ait construit une voie d'assemblage assez robuste pour une généralisation des progrès à d'autres domaines ainsi qu'une poursuite de ses progrès en dehors de la stimulation. Cependant, celle-ci reste très dépendante du temps que Jérémy consacre à sa lecture. L'automatisation n'est donc pas encore au rendez-vous.

Au terme de notre protocole, Jérémy n'est pourtant pas conscient de ses progrès.

3.5. Kahina

3.5.1. Lectures chronométrées – Annexe XX

Nombre d'absences: 3

Au fil des séances, le nombre d'erreurs, tout comme les temps de lecture suivent un schéma à peu près identique: des fluctuations importantes mais une tendance générale à la baisse, même si celle-ci demeure assez modérée.

3.5.2. Résultats aux bilans – Annexes XX et XXI

3.5.2.1. MIM

Le second bilan montre des progrès en identification de mots. Cependant, la fin de la stimulation signe pour Kahina le retour à son niveau antérieur.

Les temps de lecture, légèrement augmentés au second bilan, diminuent au troisième bilan et passent sous le niveau observé au bilan initial. Ainsi, si la précision de lecture n'a que peu varié, elle nécessite un peu moins d'effort qu'avant la stimulation.

Au second bilan, on observe une diminution des inversions, des omissions, des confusions phonologiques et de l'effet longueur, mais un temps de lecture un peu allongé. Cependant, lors du bilan terminal, il semble que toutes ces avancées se soient envolées avec un retour en force de tous les types d'erreurs constatés au bilan initial.

3.5.2.2. Nom des lettres, Son des graphèmes

Alors qu'elle nomme de mieux en mieux les lettres lors des trois bilans, on observe une stagnation des performances pour le son des graphèmes lors du bilan final, après une belle progression.

3.5.2.3. MCLM

Kahina connaît une très légère progression entre les trois bilans.

3.5.2.4. L3

On n'observe aucune évolution probante entre les trois bilans, puisque Kahina, après une faible amélioration connaît une légère baisse de ses performances. La compréhension écrite est cependant assez bonne dans l'ensemble.

3.5.2.5. Dictée

Kahina progresse légèrement en écriture de mots réguliers simples et de logatomes trisyllabiques au fil des trois évaluations. Ses résultats corrects sur les mots réguliers simples et les logatomes bisyllabiques évoluent peu.

3.5.3. Synthèse

Si Kahina participe avec plaisir aux activités que nous lui proposons, elle ne semble pas attendre de résultats de ce suivi. Elle est en effet consciente d'avoir des difficultés de lecture mais cela ne lui pose pas de problème particulier.

Au cours des séances, on ne décèle pas de grands progrès en précision ou vitesse de lecture. Pourtant l'évaluation post-stimulation met en avant des progrès importants en identification de mots, ainsi qu'une progression modérée dans tous les domaines testés. Cependant, le bilan final fait apparaître une stagnation ou une régression de certaines performances, notamment en identification de mots. La lecture de texte et la dictée continuent pourtant à progresser. Kahina présente donc un profil d'évolution global peu cohérent avec la mise en place d'un assemblage robuste. Il s'agit plutôt d'une amélioration de sa voie d'adressage, qui ne serait pas due à notre protocole.

Au terme de notre travail, elle ne pense pas avoir progressé en lecture.

4. Synthèse pour le groupe suivi de façon bihebdomadaire – Annexe XXII

4.1. Lectures chronométrées

Les lectures chronométrées ne permettent pas de faire apparaître un profil d'évolution commun à tout le groupe. On constate chez presque tous les enfants d'importantes fluctuations des performances tout au long du protocole, que ce soit en précision ou en vitesse de lecture. On observe cependant chez trois des enfants une légère tendance à la baisse.

En revanche, un enfant présente un profil différent avec une chute nette du nombre d'erreurs de lecture lors de la septième séance, puis une grande stabilité de ses résultats jusqu'à la fin du protocole.

Lors de la première séance, le taux moyen d'erreur est de 17%, tandis qu'à la dernière séance ce taux passe à 6%. Le temps de lecture augmente très légèrement.

4.2. MIM

Sur cette épreuve également, on ne peut pas dégager un profil commun. En effet, un enfant présente un profil d'évolution s'apparentant à celui des enfants suivis de façon intensive avec une augmentation linéaire de sa précision de lecture et une baisse constante du temps nécessaire, ce malgré l'arrêt de la stimulation quatre semaines auparavant. Les progrès semblent donc pérennes.

Deux autres enfants présentent un profil proche. Ils progressent tous deux en précision de lecture au second bilan mais une stagnation de leur taux de réussite apparaît au troisième bilan. Ils ne semblent donc pas disposer d'une base d'assemblage assez robuste pour continuer à progresser en dehors de la stimulation. En revanche, ils connaissent une évolution différente de leur temps de lecture. L'un baisse de façon linéaire entre les trois bilans, tandis que l'autre connaît une augmentation au second bilan avant de chuter.

Enfin, les deux derniers enfants connaissent une évolution similaire. Après de nets progrès en précision et vitesse de lecture, ils enregistrent une chute de leurs performances au troisième bilan, se rapprochant de leur niveau initial. Les erreurs récurrentes avant la stimulation réapparaissent avec force. Pour ces deux enfants, les progrès en identification de mots n'étaient pas pérennes.

4.3. Profil d'évolution du groupe

Au terme de nos analyses, le profil d'évolution majoritaire du groupe suivi de façon bihebdomadaire peut être décrit par une courbe ascendante de progrès suivie d'une stagnation après l'arrêt de la stimulation. Ce profil concerne trois enfants.

Le suivi bihebdomadaire n'offre des conditions de progrès constants et généralisables qu'à un enfant sur cinq.

Un enfant ne semble pas profiter du protocole et développe parallèlement une voie d'adressage plus robuste.

D'un point de vue psycho-affectif, les enfants de ce groupe se sont montrés compliants tout au long du suivi que nous leur avons proposé. Cependant, ils n'ont pas semblé attendre de grands résultats de cette prise en charge. La lecture chronométrée, aux scores très fluctuants, n'a pas vraiment été un socle pour construire une plus grande confiance en eux, même s'ils ont parfois obtenus de bons résultats. Au terme de la prise en charge, on ne peut pas déceler une conscience de leurs progrès respectifs ou de leur éventuelle stagnation.

5. Comparaison entre les groupes – Annexe XXIII

5.1. Comparaison entre les lectures chronométrées

Entre la séance initiale et finale, on constate une importante évolution dans les deux groupes. La progression la plus importante en nombre d'erreurs est celle du groupe suivi de façon intensive, même si la durée de lecture ne s'est pas améliorée. Le groupe suivi de façon bihebdomadaire a très légèrement rallongé son temps de lecture. On note qu'au départ, le groupe intensif commet un nombre beaucoup plus élevé d'erreurs (quasiment le double de l'autre groupe), alors qu'à la dernière séance, il obtient un meilleur résultat.

L'analyse fine de l'évolution tout au long du protocole montre des progrès plus nets et constants dans le groupe suivi en intensif, tandis que dans l'autre groupe, il est difficile de mettre en lumière une tendance nette.

5.2. Comparaison entre les épreuves MIM

Le groupe des enfants suivis en intensif enregistre un taux de réussite de 35% lors du bilan initial, tandis que le groupe des enfants suivis de façon bihebdomadaire démarre avec un taux de réussite à 40%. Au second bilan, les deux groupes connaissent une évolution positive de leurs performances avec un taux de réussite qui passe à 46% pour le groupe intensif et à 58% pour le

groupe de suivi bihebdomadaire. Au bilan final, le pourcentage de réussite s'équilibre autour du chiffre de 53% pour les deux groupes.

Le groupe de suivi intensif a donc progressé de façon linéaire, et ce même deux mois après l'arrêt de la stimulation. En revanche, le groupe suivi bihebdomadairement, voit, après une nette augmentation, une chute de ses performances, alors que la stimulation a été arrêtée quatre semaines auparavant.

Concernant la durée de lecture moyenne, elle est d'environ douze minutes pour le groupe d'enfants suivis en intensif, tandis qu'elle avoisine quatre minutes pour les enfants suivis deux fois par semaine.

Les deux groupes connaissent une baisse linéaire, cependant elle est assez minime pour le groupe bihebdomadaire et très importante dans l'autre groupe. Les enfants au suivi intensif gagnent ainsi environ cinq minutes pour cette épreuve, tandis que les enfants au suivi bihebdomadaire ne gagnent qu'une minute environ.

Les progrès du groupe suivi en intensif, s'ils semblent un peu plus lents, sont également plus pérennes dans le temps. La voie d'assemblage mise en place semble assez robuste pour que les enfants continuent à progresser hors de la stimulation. Ce n'est pas le cas dans le groupe des enfants suivis deux fois par semaine. En effet, la fin de la stimulation entraîne une stagnation ou une régression des performances. La construction de la voie d'assemblage n'est donc pas encore assez solide.

5.3. Comparaison qualitative

Dans chaque groupe, un enfant ne semble pas profiter du protocole au regard de la stagnation de ses performances en assemblage.

Pour le groupe bihebdomadaire, trois enfants connaissent une hausse de leurs performances avant une stagnation, et une généralisation aux autres domaines testés très discutable.

En revanche, le suivi intensif offre des conditions de progrès constants, même en dehors de la stimulation, et généralisables aux autres domaines testés à quatre enfants sur cinq. Seul un enfant suivi de façon bihebdomadaire voit l'évolution de ses performances se rapprocher de ce modèle.

6. Synthèse pour les différentes hypothèses

6.1. Synthèse pour les hypothèses opérationnelles

Au cours de notre expérimentation, nous avons pu valider certains des phénomènes que nous nous attendions à observer:

- Hypothèse opérationnelle 1:

Une précision et une vitesse de lecture s'améliorant plus rapidement pour les enfants suivis de façon intensive que chez ceux au suivi bihebdomadaire lors des lectures chronométrées.

Cette hypothèse se trouve validée en ce qui concerne les scores de précision de lecture, qui connaissent une évolution particulièrement rapide chez les enfants suivis de façon intensive, tandis qu'aucune évolution significative n'est notable pour l'autre groupe.

En revanche, cette hypothèse n'est pas validée en ce qui concerne les temps de lecture, desquels aucune tendance significative ne se dégage, quel que soit le groupe.

- Hypothèse opérationnelle 2:

Des progrès supérieurs en précision et en vitesse de lecture pour les enfants au suivi intensif par rapport à ceux suivis bihebdomadairement lors de l'épreuve MIM.

Cette hypothèse se trouve validée au terme des trois bilans proposés aux enfants. En effet, alors que le groupe de suivi intensif démarre avec un pourcentage moyen de réussite inférieur à celui du groupe de suivi bihebdomadaire, les pourcentages s'équilibrent en fin de session. Les progrès en précision sont donc plus importants pour le groupe suivi intensivement que pour l'autre groupe.

Cette hypothèse est également validée quant à sa composante temporelle puisque les gains en vitesse de lecture sont beaucoup plus importants dans le groupe de suivi intensif.

- Hypothèse opérationnelle 3:

Des profils de progrès plus cohérents pour les enfants suivis de façon intensive que pour ceux suivis de façon bihebdomadaire, avec une généralisation des compétences aux autres domaines testés, soit la maîtrise des correspondances grapho-phonémiques (Epreuve: Nom des lettres, Son des graphèmes), la compréhension écrite (Epreuve L-3) et la maîtrise des

correspondances phono-graphémiques (Epreuve: transcription de mots réguliers simples et de logatomes bisyllabiques et trisyllabiques en dictée).

Cette hypothèse opérationnelle est validée. En effet, parmi le groupe de suivi intensif, on observe des profils d'évolution très cohérents, avec une généralisation des acquis aux autres domaines testés. En revanche, les enfants suivis deux fois par semaine présentent des profils contrastés, certains domaines s'étant améliorés tandis que d'autres stagnent.

– Hypothèse opérationnelle 4:

Chez les enfants au suivi intensif, une dynamique de progrès qui se pérennisent dans le temps, ce malgré l'arrêt de la stimulation.

Cette hypothèse est validée. En effet, alors que pour le groupe de suivi bihebdomadaire, les performances de lecture stagnent, voire régressent, peu après l'arrêt de la stimulation. Dans le même temps, on observe une courbe ascendante des performances de lecture chez la majorité des enfants suivis de façon intensive, alors que la stimulation a été stoppée deux mois auparavant.

6.2. Synthèses pour les hypothèses théoriques

Chacune des hypothèses opérationnelles que nous avons émises découlent d'une de nos hypothèses théoriques. Au terme de ce travail, nous pouvons donc valider ces hypothèses théoriques.

– Hypothèse théorique 1:

Une stimulation délivrée de façon intensive favorise une automatisation plus rapide des procédures de lecture par assemblage.

La validation de l'hypothèse opérationnelle 1, dans sa composante « précision » nous permet de valider cette hypothèse théorique. En effet, la stimulation intensive a entraîné des progrès en lecture par assemblage plus rapidement perceptibles et plus réguliers que la stimulation sans contrainte temporelle suggérant une automatisation supérieure.

- Hypothèse théorique 2:

Une automatisation supérieure de la procédure de lecture par assemblage se traduit par une précision de lecture et une vitesse de lecture améliorés, ce quel que soit le type de dyslexie repéré auparavant.

La validation de notre seconde hypothèse opérationnelle nous permet de confirmer cette hypothèse théorique. L'automatisation supérieure des procédures de lecture par assemblage décelés suite à la stimulation intensive s'accompagnent de progrès supérieurs en précision et en vitesse de lecture que pour les enfants suivis sans contraintes temporelles.

- Hypothèse théorique 3:

L'automatisation d'une procédure de lecture par assemblage permet un accès aux processus de haut niveau (ou compréhension écrite) et s'accompagne d'une maîtrise des correspondances phono-graphémiques.

Cette hypothèse théorique se trouve pleinement validée par la validation de notre troisième hypothèse opérationnelle. En effet, l'automatisation de la procédure de lecture par assemblage s'accompagne de progrès dans les domaines associés plus importants lorsque la stimulation est intensive.

- Hypothèse théorique 4:

L'activité cérébrale normalisée ou réorganisée par une stimulation intensive permet un maintien des performances dans le temps.

Cette hypothèse théorique est validée à travers la quatrième hypothèse opérationnelle. En effet, un suivi intensif s'accompagne de progrès continus, même après l'arrêt de la stimulation. L'activité cérébrale modifiée par un apprentissage intensif semble plus à même de fournir une base stable pour des apprentissages ultérieurs.

CONCLUSION

1. Critiques sur la démarche et le travail

Certains aspects de notre démarche sont susceptibles d'être critiqués.

En effet, durant notre expérimentation, nous avons été confrontées à quelques absences. En raison des contraintes liées aux rythmes scolaires, il nous a été impossible d'ajouter des séances pouvant rattraper celles que certains enfants avaient manquées. Par conséquent, tous n'ont pas pu bénéficier des vingt séances escomptées.

Une fois nos observations et analyses obtenues, nous avons regretté ne pas avoir réalisé de bilan supplémentaire un mois avant le début de notre expérimentation, dans une démarche dite « A-B-A ». De ce fait, nous aurions pu mesurer les progrès des enfants en dehors du protocole que nous leur avons proposé et nous aurions pu analyser plus finement encore leur courbe de progression.

Les conclusions que nous tirons concernant la normalisation ou la compensation des circuits neuronaux déficients ne peuvent, à notre niveau, qu'être de l'ordre de l'extrapolation. Il aurait été très intéressant de mener notre étude en partenariat avec des neurologues afin d'obtenir des observations concrètes en IRMf des phénomènes que nous avons espéré susciter.

2. Pistes de recherche et perspectives

Ainsi, nous avons réussi à montrer qu'une stimulation intensive de la voie d'assemblage administrée cinq semaines durant était plus efficace que le même protocole administré deux fois par semaine. Suite à ce constat, plusieurs autres perspectives peuvent être envisagées:

- Poursuivre cette recherche sur un échantillon beaucoup plus large puisque la population était assez restreinte.
- Proposer une seconde session intensive basée sur l'assemblage plusieurs mois après l'arrêt de la stimulation afin de déterminer le rythme idéal qui favorisera les progrès les plus importants
- Proposer une seconde session basée sur la lecture par adressage afin d'observer si les compétences peuvent être complémentaires.

- Mener une étude auprès des orthophonistes afin de connaître les freins existant à ce type de prise en charge.
- Réaliser une plaquette d'information à destination des orthophonistes ou des parents afin de promouvoir ce rythme de prise en charge
- Dans ce cadre, étudier l'efficacité de la formation de parents à une prise en charge du trouble de leur enfant, à la manière du Programme Lidcombe (appliqué dans le cadre du bégaiement).

3. Conclusion

A travers notre étude, nous avons souhaité démontrer les bénéfices que peuvent extraire les enfants dyslexiques d'une rééducation orthophonique intensive, centrée sur la lecture par assemblage, en comparaison à une rééducation orthophonique classique.

Les fondements théoriques sur lesquels nous nous sommes appuyés nous ont permis de mettre en exergue les mécanismes fins et subtils destinés à l'acte de lire, perçus tout autant sous l'angle de la psychologie cognitive que sous celui de la neurologie. L'un des piliers théoriques, vers lequel nous avons principalement orienté nos travaux, concerne le mécanisme de plasticité cérébrale, inhérent au développement harmonieux de la lecture, et ainsi, nécessaire à stimuler chez les enfants dyslexiques pour qui l'identification des mots constitue un écueil substantiel.

Après avoir élaboré un protocole de vingt séances centré sur l'amélioration de la voie d'assemblage, nous avons choisi de mener notre expérimentation sur deux groupes constitués respectivement de cinq enfants présentant des troubles dyslexiques. L'un des groupes a bénéficié d'une stimulation intensive à raison de quatre séances par semaine, durant cinq semaines, tandis que l'autre groupe s'est vu administrer le protocole de façon bihebdomadaire. Les résultats quantitatifs et qualitatifs, obtenus aux trois bilans proposés durant l'expérimentation, soulignent l'efficacité de la stimulation intensive par rapport à la prise en charge bihebdomadaire. En effet, la stimulation intensive révèle une progression linéaire en précision et vitesse de lecture, même après l'arrêt du protocole, ainsi qu'une généralisation des compétences à d'autres domaines, témoignant ainsi d'une robustesse de la voie d'assemblage. A l'inverse, les enfants suivis de façon bihebdomadaire présentent, en premier lieu, une évolution positive, suivie d'une stagnation au terme de l'expérimentation. En somme, cette citation de Dehaene (2007) illustre parfaitement nos conclusions : « La plasticité cérébrale, chez l'homme comme chez l'animal, est maximisée par la répétition intense d'une même tâche, entrecoupée de périodes de sommeil ».

Cette riche expérience que nous avons menée, nous a permis d'aiguiser notre regard sur la prise en charge de patients dyslexiques, et qui plus est, de confirmer notre ligne de conduite sur les bénéfices d'une prise en charge orthophonique intensive.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages imprimés

- Braverman E. (2007), *Un cerveau à 100%*. Thierry Souccar Editions, 344 p.
- Churchill W. (1930), *My Early Life: A Roving Commission*. London: Thornton Butterworth
- Colé P., Valdois S., David D. (2004), *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales : de la théorie à la pratique orthophonique et pédagogique*. Paris, France : Solal, 258 p.
- Dehaene S. (2007), *Les neurones de la lecture*. Villeneuve-d'Ascq, France : Odile Jacob, 478 p.
- Ferrand L., Ayora P. (2009), *Psychologie cognitive de la lecture, reconnaissance des mots écrits chez l'adulte*. Paris, France : De Boeck Solal, 158 p.
- Habib M. (2014), *La constellation des dys*. Paris, France : De Boeck Solal, 324 p.
- Marchal A. (2012), *Précis de physiologie de la production de la parole*. Paris, France : Solal, 127 p.
- McFarland D-H. (2009), *L'anatomie en orthophonie*. Italie : Masson, 268 p.
- Snowling MJ. (2000), *Dyslexia* (2nd ed.). Oxford: Blackwell
- Sous la direction de F. George (2010), *Actualités dans la prise en charge des troubles DYS*. Marseille, France : De Boeck Solal, 124 p.
- Sous la direction de l'Inserm (2007), *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : bilan des données scientifiques*. Inserm, 842p.
- Sprenger-Charolles L., Cole P. (2013), *Lecture et dyslexie, Approche cognitive*. (2^{ème} ed.). Paris, France : Dunod, 352 p.

Articles de périodiques

- Ans B. & al. (1998). A connectionist multiple-trace memory model for polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105(4), p. 678-723.
- Atzeni T., Juphard A. (2007). Interaction entre lecture et mémoire: confrontation des modèles de lecture abstraitif et épisodique à travers l'évolution de l'effet longueur syllabique des pseudo-mots. *Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive*, p. 129-140.
- Augustine J-R. (1996). Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans. *Brain Research Reviews*, 22, p. 229-244.

- Azevedo FA. & al. (2009). Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. *The Journal of Comparative Neurology*, 513(5), p. 532-541.
- Baddeley A., Hitch G. (1974). Working Memory. In *Psychology of Learning and motivation*, vol. 8, p. 47-87.
- Bara F. & al (2004). Les effets des entraînements phonologiques et multisensoriels destinés à favoriser l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants. *Enfances* (vol 56), p. 387-403
- Bélanger D. (2010). L'apprentissage se fait par cœur ? *Revue Pédagogie Collégiale*, vol 23 n°2, p. 29-32.
- Bengtsson SL. & al. (2005). Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nature neuroscience*, 8(9), p. 1148-50.
- Boder E. (1973). Developmental dyslexia: a diagnostic approach based on three atypical reading-spelling parents. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 15(5), p. 663-687.
- Bosse M-L. & al (2009). Acquisition du langage écrit et empan visuo-attentionnel : une étude longitudinale. In M. Marec-Breton et al, *Approche cognitive de l'apprentissage de la langue écrite*, PUR, p. 132-141, *Psychologies*.
- Bus, A. G., & Van Ijzendoorn, M. H. (1999). Phonological awareness and early reading: A meta-analysis of experimental training studies. *Journal of Educational Psychology*, 91(3), p. 403-414.
- Campbell R., Butterworth B. (1985). Phonological dyslexia and dysgraphia in a highly literate subject: A developmental case with associated deficits of phonemic processing awareness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, (37A), p. 435-475.
- Carreiras M & al (2009). An anatomical signature for literacy. *Nature*, 461, p. 983-986.
- Catach N. (1973), Que faut-il entendre par système graphique du français ? *Langue française*, n°20, p. 30-44.
- Cay-Maubuisson M. (2010). Troubles DYS et estime de soi. In F. George, *Actualités dans la prise en charge des troubles dys*, De Boeck Solal, p. 17-31.
- Changeux JP. (2001). Plasticité cérébrale et mémoire. *Pour la science*, n°31.

- Colé P., Sprenger-Charolles L. (1999). Traitement syllabique au cours de la reconnaissance de mots écrits chez des enfants dyslexiques, lecteurs en retard et normo-lecteurs de 11 ans. *Revue de Neuropsychologie, Adrsc*, p. 323-360.
- Coltheart M. & al (2003). Speech of lexical and nonlexical processing in French: The case of the regularity effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, (4), p. 947-953.
- Coltheart M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: an overview. *London Review of Education*, vol.4, n° 1, March 2006, p. 5-17.
- Damasio A. & al. (2012). Persistence of feelings and sentience after bilateral damage in the insula. *Cerebral Cortex*, vol. 23(4), p. 33-46.
- Demont E., Gombert J-E. (2004). L'apprentissage de la lecture: évolution des procédures et apprentissages implicites. *Enfance*, vol. 56, p. 245-257.
- Duffau H. & al. (2001). Functional compensation of the left influential insula for language. *Neuroreport*, vol. 12(10), p. 2159-2163.
- Duffau H. (2008). The anatomo-functional connectivity of language revisited. New insights provided by electrostimulation and tractography. *Neuropsychologia*, 46(4), p. 927-934.
- Elbert T. & al. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in the string players. *Science*, vol. 270(5234), p. 304-307.
- Farid M., Grainger J. (1996). How initial fixation position influences visual word recognition: a comparison of French and Arabic. *Brain and Language*, n°53, p. 351-368.
- Fayol M., Jaffré J-P. (1999). L'acquisition/apprentissage de l'orthographe. *Revue Française de Pédagogie*, n°126, p. 143-170.
- Fields D.R. (2015). A new mechanism of nervous system plasticity: activity-dependent myelination. *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 16, p. 756-767.
- Finn E. & al. (2015). Functional connectome fingerprinting : identifying individuals using patterns of brain connectivity. *Nature neuroscience*, 18, p. 1664-1671.
- Frith U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. Patterson et al., *Surface dyslexia, neuropsychological and cognitive studies of phonological reading*. London: Erlbaum, p. 301-330.

- Galaburda A. (1985). Developmental dyslexia : four consecutive patients with cortical anomalies. *Annals of neurology*, vol.18 (2), p. 222-233.
- Gaser C., Schlaug G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *The Journal of Neurosciences*, vol. 23(27), p. 9240-9245
- Ghika-Schmid F. & al. (2001). Stress et mémoire. *Annales Médico-Psychologiques*, 159, p. 632-638.
- Howard D., Best W. (1986). Developmental phonological dyslexia: real word reading can be completely normal. *Cognitive Neuropsychology*, 13(6), p. 887-934.
- Jolles, D., Ashkenazi, S., Chen, T., Evans, T., Kochalka, J., Rosenberg-Lee, M., Supekar, K., Zhao, H., Menon, V. (2015). Parietal hyper-connectivity, aberrant brain organization and circuit-based biomarkers in children with mathematical disabilities. *Developmental Science*
- Laroche S. (2001). La mémoire et l'oubli, comment naissent et s'effacent les souvenirs. *La recherche*, n°344, p. 20.
- Lupien SJ. & al. (2005). Stress hormones and human memory function across the lifespan. *Psychoneuroendocrinology*, 30(3), p. 225-242.
- Martin R. (1980). Sur la définition du graphème. *Mélanges Lanly, Etudes de langue et de littérature française*, Nancy, p. 485-490.
- Martinet C., Bosse M-L. & al. (1999). Existe-t-il des stades successifs dans l'acquisition de l'orthographe d'usage ? *Langue française, n°124. L'orthographe de ses scripteurs*, p. 58-73
- Mousty P., Alegria J. (1996). L'acquisition de l'orthographe et ses troubles. In S. Carbonnel & al., *Approche cognitive des troubles de la lecture et de l'écriture chez l'enfant et l'adulte*. Collection Neuropsychologie, Solal, p. 165-179.
- Paulesu E. & al. (2001). Dyslexia : cultural diversity and biological unity. *Science*, 291(5511), p. 2165-2167.
- Pelli DG., Tillman KA. (2008). The uncrowded window of object recognition. *Nature Neuroscience*, 11(10), p. 1129-1135.
- Pollatsek A. & al (1981). Asymetries in the Perceptual Span for Israeli Readers. *Brain and Language*, 14, p. 174-180.
- Prinzmetal & al. (1990). Neon colors illuminate reading units. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 16(3), p. 584-597.

- Prinzmetal W. & al. (1986). How to see a reading unit. *Journal of Memory and Language*, 25, p. 461-475.
- Quiari Quiroga R. & al. (2005). Invariant visual representation by single neurons in the human brain. *Nature*, 435(7045), p. 1102-1107.
- Rack, J.P., Snowling, M.J., Olson, R.K. (1992). The nonword reading deficit in developmental dyslexia: a review. *Reading Research Quarterly*, vol. 27, no. 1, p. 29-53.
- Ramus F. & al. (2003). Developmental dyslexia : specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction ? *Curr Opin Neurobiol*, 13(2), p. 212-218.
- Ramus F. (2005). Aux origines cognitives, neurobiologiques et génétiques de la dyslexie. Les journées de l'ONL, *Les troubles de l'apprentissage de la lecture*, p. 21-43.
- Ramus, F. (2002). Dyslexie développementale: déficit phonologique spécifique ou trouble sensorimoteur global? In *Actes des 4èmes Journées Scientifiques de l'Ecole d'Orthophonie de Lyon, « L'écrit : modèles, apprentissage, troubles »*. p. 55-63
- Rayner K. & al (1982). The availability of useful information to the right of fixation in reading. *Perceptions & Psychophysics*, 31, p. 537-550.
- Rayner K. & al. (1989). Eye movements and on-line language comprehension processes. *Language and Cognitive Processes*, 4, p. 21-49.
- Rayner K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, p. 372-422.
- Rosenberg M. & al. (2016). A neuromarker of sustained attention from whole-brain functional connectivity. *Nature Neuroscience*, 19, p. 165-171.
- Shaywitz SE. & al. (1999). Persistence of dyslexia: the Connecticut Longitudinal Study at adolescence. *Pediatric*, 104(6), p. 1351-1359.
- Simos P. & al. (2002). Brain mechanisms for reading words and pseudowords: An integrated approach. *Cerebral cortex*, 12, p. 297- 305.
- Simos, P. G., Breier, J. & al. (2001). Age-related changes in regional brain activation during phonological decoding and printed word recognition. *Dev Neuropsychol*, 19(2), p. 191-210.
- Sous la direction de C. Huron, J. Ziegler, M. Habib (2014). Troubles des apprentissages : les troubles « dys ». *Inserm*.

- Sprenger-Charolles L. (1992). Les premiers apprentissages de la lecture et de l'écriture. *Langue française* (80), p. 63-80.
- Sprenger-Charolles L., Serniclaes W. (2003). Acquisition de la lecture et de l'écriture et dyslexie : revue de la littérature. *Revue française de linguistique appliquée* (vol VIII), p. 63-90.
- Sprenger-Charolles L., Serniclaes W. (2004). Nature et origine des déficits dans la dyslexie développementale : l'hypothèse phonologique. In S. Valdois et al., *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales*, Solal, p. 113-146.
- Stanovitch K.E. (1986). Matthew effect in reading: some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 22, p. 360-407.
- Stanovitch K.E. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23, p. 645-726.
- Temple E. & al. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation : evidence from functional MRI. *Proc Natl Acad Sci USA*, 100(5), p. 2860-2865.
- Valdois, S., & al. (1995). Peripheral developmental dyslexia: A visual attentional account? *Cognitive Neuropsychology*, 12, p.31-67.
- Van der Mark S. & al. (2011). The left occipitotemporal system in reading : disruption of focal fMRI connectivity to left inferior frontal and inferior parietal language areas in children with dyslexia. *NeuroImage*, 54(3), p. 2426-2436.
- Zatorre BJ. & al. (2002). Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 6(1), p. 37-46.
- Ziegler J. & al (1997). Phonology can help or hurt the perception of print. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 23, n°3, p. 845-860.
- Ziegler J. & al (2012). L'espacement des lettres améliore la lecture de textes chez les enfants dyslexiques. *L'Orthophoniste*, n°324, p. 14-15.

Documents électroniques

- Duffau H., (2013). Nouveautés dans la chirurgie des gliomes cérébraux : vers un acte personnalisé. *e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*, 12 (1)
www.acad-chirurgie.fr
- Longcamp M. & al. (2010) Contribution de la motricité graphique à la reconnaissance visuelle des lettres. *Psychol. Fr*, 14 p. www.sciencedirect.com
- Quallo MM. & al. (2009). Grey and white matter changes associated with tool-use learning in macaque monkeys. *PNAS*, vol. 106, no. 43. www.pnas.org
- Zorzi M. & al. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *PNAS Early Edition* www.pnas.org

Thèses et mémoires

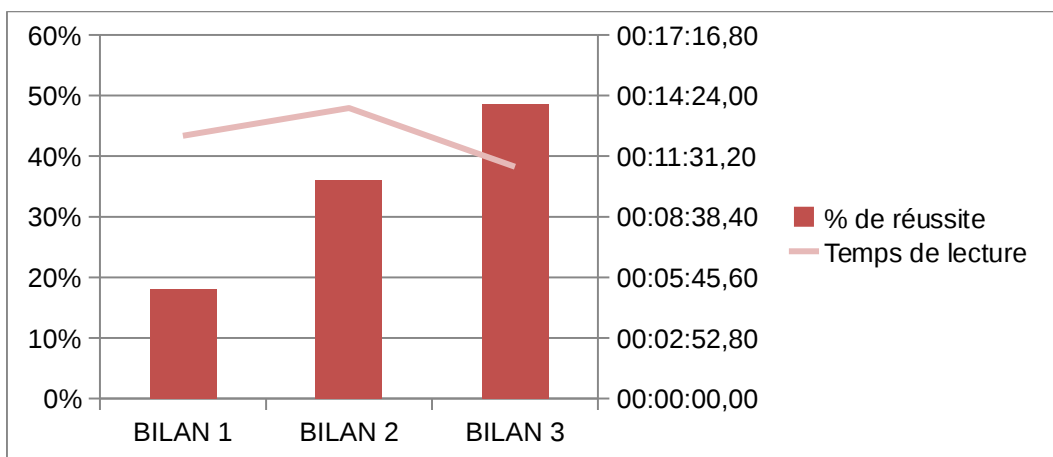
- Longcamp M. (2003), *Etude comportementale et neuro-fonctionnelle des interactions perceptivo-motrices dans la perception visuelle des lettres. Notre manière d'écrire influence-t-elle notre manière de lire ?* Thèse de neurosciences, Université de la Méditerranée, Aix-Marseille II.
- Nadolski C., Nocera A. (2006). *La dyslexie à l'école primaire : impact d'une adaptation de l'enseignement sur le vécu scolaire de l'enfant.* Mémoire d'orthophonie, Université Claude Bernard, Lyon I.
- Tresseras S. (2008), *Etude sur la connectivité cérébrale : aspects méthodologiques et applications au cerveau au repos, à la motricité et à la lecture.* Thèse de radiophysique et imagerie médicales, Université de Toulouse.

Ouvrages utilisés pour l'élaboration du protocole

- Boutard C. (2008). *Historiettes Langage oral et écrit*, Hazebrouck, France : Ortho Editions, 274 P.
- Clede-Wilquin L. (2003). *Histoires de confusion et/ou d'inversion*. Hazebrouck, France : Ortho Editions, 137 p.
- Cognisciences (2001). Batterie Analytique du Langage Ecrit.
- Derrier-Coulougnon C., Carret-Goutte-Broze C. (2004). *Lire sans confondre*, Hazebrouck, France : Ortho Editions, 136 p.
- Derrier-Coulougnon C., Carret-Goutte-Broze C. (2008). *Lire pour comprendre*. _ Saint-Nicolas-Les-Arras, France : Ortho Editions, 274 p.
- Derrier-Coulougnon C., Carret-Goutte-Broze C. (2014). *Bada et cetera pour jouer des confusions*. Tourcoing, France : Ortho Editions, 124 p.
- Lobrot M. (1980). D-Or-Lec.
- Estienne F. (2008). *L'usage des exercices en orthophonie, Enjeu des techniques rééducation 220 exercices*. Belgique : Masson, 156 p.
- Estienne F., (2014). *215 exercices pour les dyslexiques, Le langage dans tous les sens*. Pologne: Elsevier Masson, 146 p.
- Maeder C., Launay L., Touzin M., (2015). *Rééducation orthophonique, L'évaluation du langage écrit, n° 262*. Hazebrouck, France : Ortho Editions, 212 p.
- Mahec G., (2008). *Une nouvelle épreuve de lecture, son application à l'étude de la dyslexie*. France : Publibook Université, 75 p.
- Mazade C. (2013). *La dysorthographe et la dyslexie : les confusions phonétique*. Bruxelles, Belgique : De Boeck Solal, 370 p.
- Mazade C., (2003). *La dyslexie et la dysorthographe, les inversions de lettres, les simplifications de syllabes*. Privas, France : Lucathe, 140 p.
- Mousty P., Alegria J. & al (1994). Batterie d'Evaluation du Langage Ecrit.
- Richard T. (2009). *Intellectures*. Hazebrouck, France : Ortho Editions, 127 p.

ANNEXES

ANNEXE I: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - MAEL

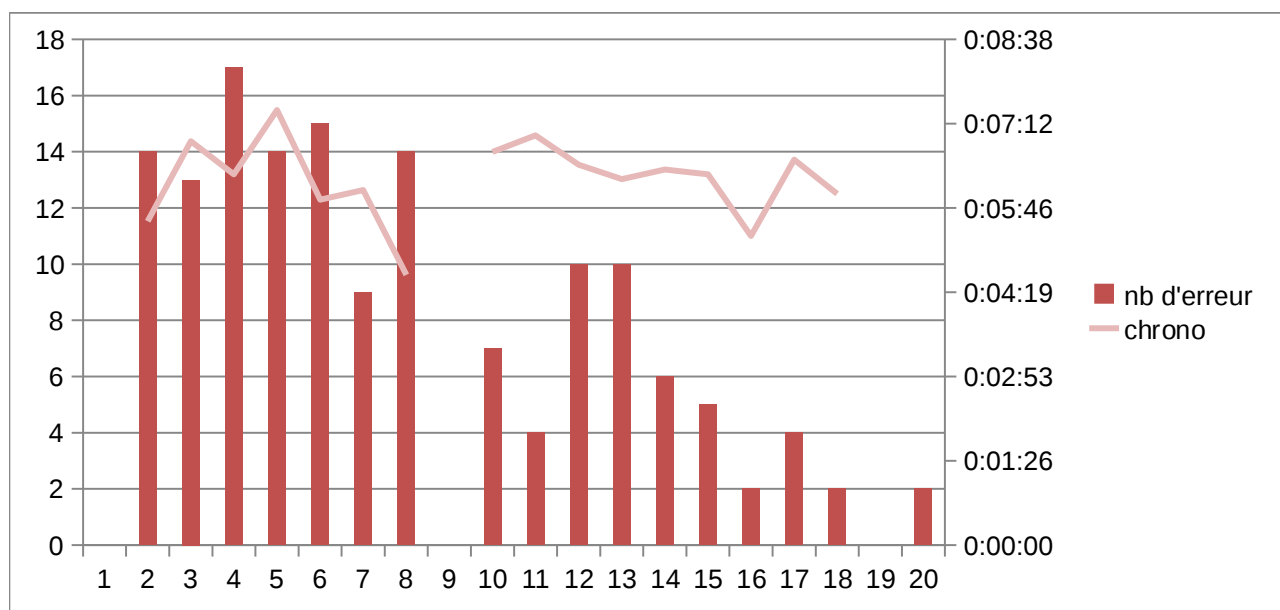


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	18 %	12:29,00
BILAN 2	36 %	13:48,48
BILAN 3	49 %	11:00,61

	Items	Temps
Gain	22	- 01:28,39

LECTURES CHRONOMETREES

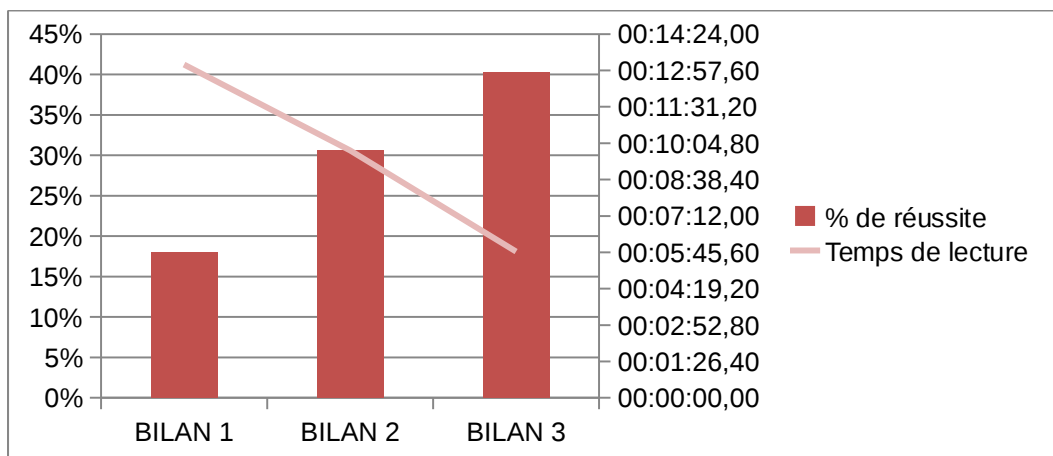


ANNEXE II: RESULTATS AUX BILANS – MAEL

Progression
 Stagnation
 Régression

<i>MAEL</i>		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	23/26		26/26		26/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	25/37		35/37		37/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	13/72	18%	26/72	36%	35/72	49%
	<i>Temps</i>	12'29		13'48		11'	
<i>MCLM</i>		0 Lus:3 Erreurs:3	-3,7 ET	13 Lus:15 Erreurs:2	-3 ET	9 Lus:13 Erreurs:4	-3,4 ET
<i>L3</i>		0	4ème quartile	1/1	4ème quartile	3/6	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	2/10	- 4,5 ET	2/10	- 4,5 ET	4/10	- 3,1 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	0/10	- 4,8 ET	2/10	- 3,6 ET	2/10	- 3,6 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	1/10	- 4,8 ET	4/10	- 2,8 ET	3/10	- 3,5 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	0/10	- 4,1 ET	0/10	- 4,1 ET	0/10	- 4,1 ET
<i>Compréhension orale</i>		14/20	-1,2 ET				

ANNEXE III: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES – ENZO

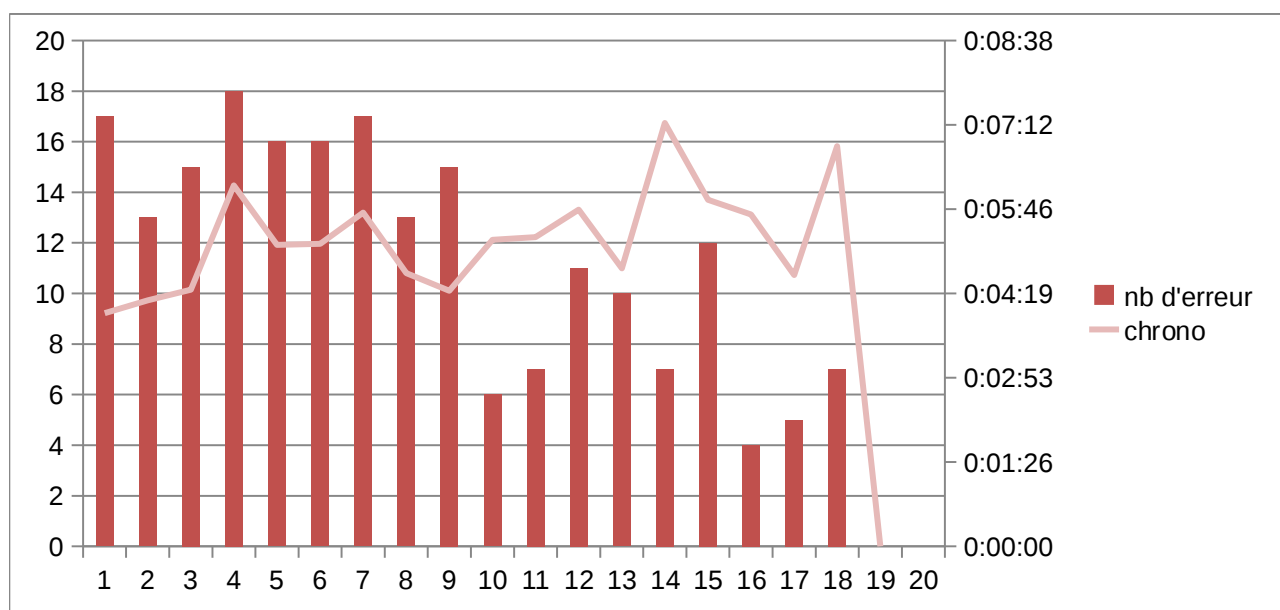


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	18 %	13:11,47
BILAN 2	31 %	09:47,21
BILAN 3	40 %	05:47,10

	Items	Temps
Gain	16	- 07:24,37

LECTURES CHRONOMETREES

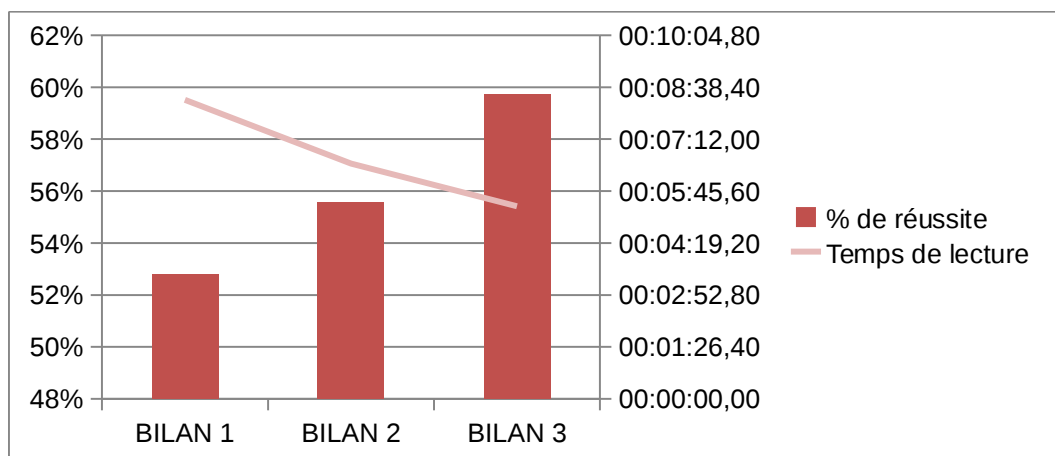


ANNEXE IV: RESULTATS AUX BILANS – ENZO

Progression
 Stagnation
 Régression

ENZO		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	21/26		25/26		26/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	22/37		33/37		34/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	13/72	18%	22/72	31%	29/72	40%
	<i>Temps</i>	13'11		9'47		5'47	
<i>MCLM</i>		4 Lus:9 Erreurs:5	- 3,6 ET	11 Lus:19 Erreurs:8	- 3 ET	12 Lus:21 Erreurs:9	- 3,2 ET
<i>L3</i>		0/1	4ème quartile	1/3	4ème quartile	3/5	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	0/10	- 5,8 ET	2/10	- 4,5 ET	5/10	- 2,5 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	0/10	- 4,8 ET	0/10	- 4,8 ET	1/10	- 4,2 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	1/10	- 4,8 ET	1/10	- 4,8 ET	9/10	+0,5 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	0/10	- 4,1 ET	1/10	- 3,6 ET	3/10	- 2,6 ET
<i>Compréhension orale</i>		17/20	+0,8 ET				

ANNEXE V: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - CLARA

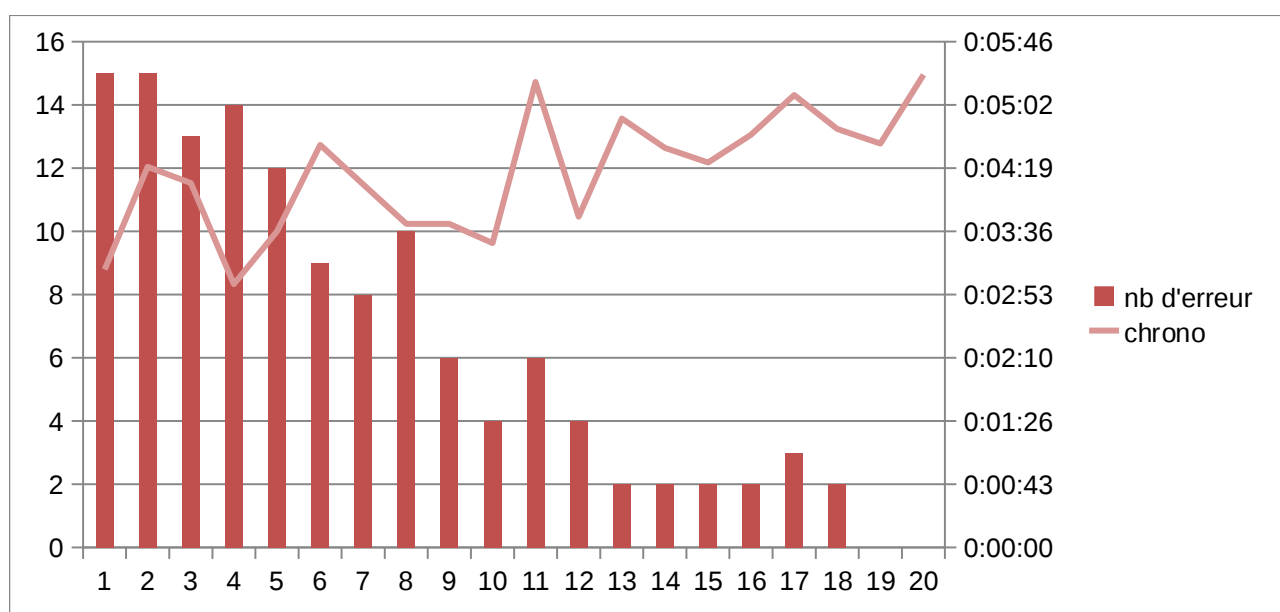


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	53 %	08:17,14
BILAN 2	56 %	06:31,31
BILAN 3	60 %	05:20,37

	Items	Temps
Gain	5	- 02:56,77

LECTURES CHRONOMETREES

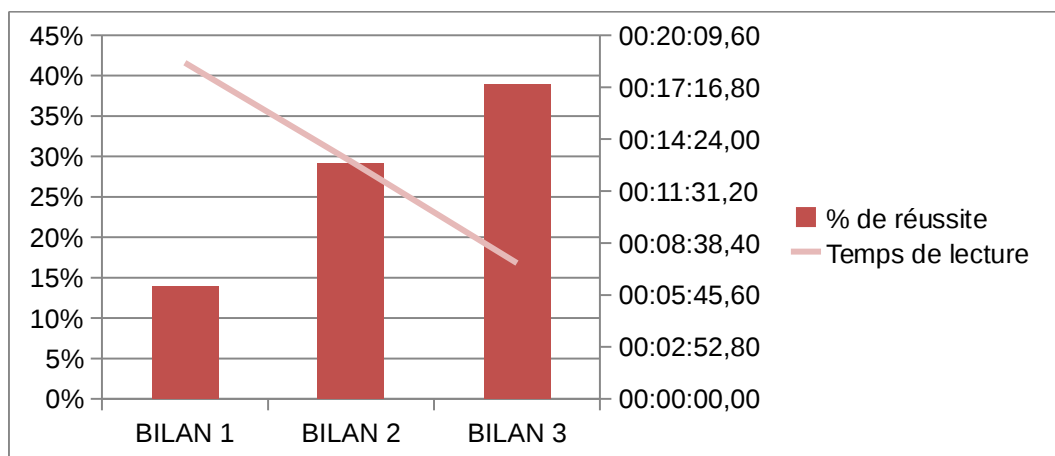


ANNEXE VI: RESULTATS AUX BILANS - CLARA

Progression
 Stagnation
 Régression

CLARA		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
Epreuve	Subtest	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	23/26		21/26		17/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	29/37		33/37		34/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	38/72	53 %	40/72	56%	43/72	60%
	<i>Temps</i>	8'17		6'31		5'20	
<i>MCLM</i>		18 Lus:26 Erreurs:8	- 2,8 ET	22 Lus:26 Erreurs:4	- 2,9 ET	24 Lus:26 Erreurs:2	- 2,5 ET
<i>L3</i>		2/5	4ème quartile	3/6	4ème quartile	2/5	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	1/10	- 5,1 ET	0/10	- 5,8 ET	5/10	- 2,5 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	1/10	- 4,2 ET	0/10	- 4,8 ET	1/10	- 4,2 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	2/10	- 4,1 ET	2/10	- 4,1 ET	6/10	- 1,5 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	0/10	- 4,1 ET	1/10	- 3,6 ET	1/10	- 3,6 ET
<i>Compréhension orale</i>		16/20	+0,3 ET				

ANNEXE VII: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - LEA

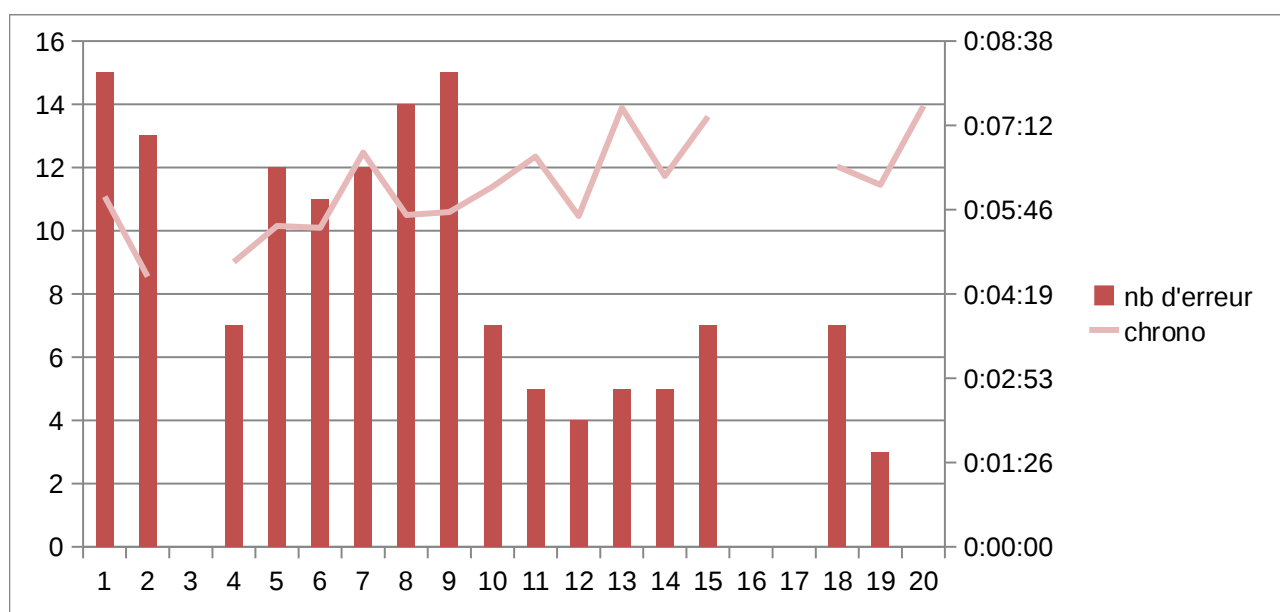


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	14 %	18:37,58
BILAN 2	29 %	13:10,00
BILAN 3	39 %	07:31,61

	Items	Temps
Gain	18	- 11:05,97

LECTURES CHRONOMETREES

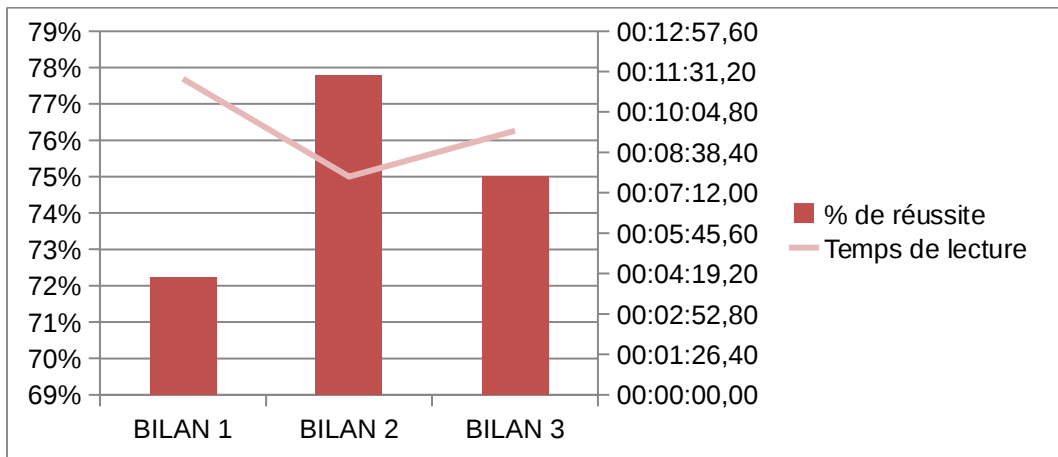


ANNEXE VIII: RESULTATS AUX BILANS - LEA

Progression
 Stagnation
 Régression

LEA		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	23/26		24/26		26/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	29/37		33/37		36/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	10/72	14 %	21/72	29 %	28/72	39 %
	<i>Temps</i>	18'37		13'10		7'31	
<i>MCLM</i>		1 Lus:4 Erreurs:3	- 4,4 ET	12 Lus:13 Erreurs:1	- 3,6 ET	13 Lus:17 Erreurs:4	- 4 ET
<i>L3</i>		1/2	4ème quartile	4/4	4ème quartile	5/6	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	4/10	- 6,8 ET	2/10	- 9,3 ET	2/10	- 9,3 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	0/10	- 9,4 ET	1/10	- 8,4 ET	1/10	- 8,4 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 5,8 ET	1/10	- 5,1 ET	1/10	- 5,1 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	0/10	- 9,3 ET	5/10	- 4,3 ET	4/10	- 5,3 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	1/10	- 6,8 ET	0/10	- 7,6 ET	2/10	- 5,9 ET
<i>Compréhension orale</i>		19/20	+ 0,9 ET				

ANNEXE IX: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - HUGO

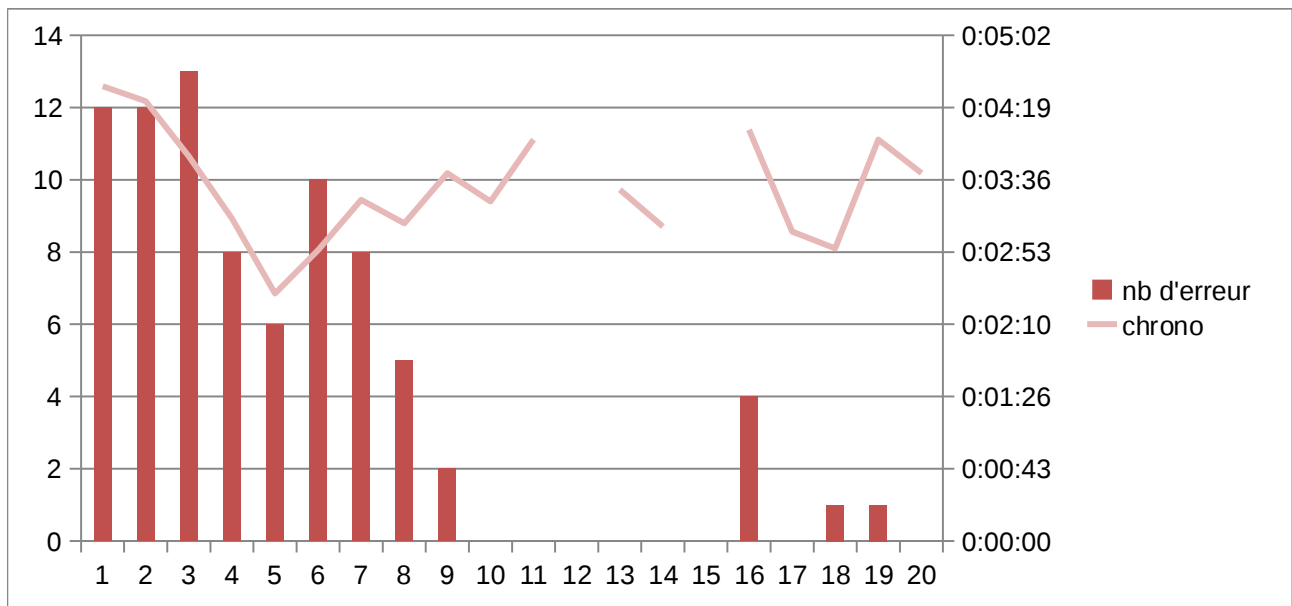


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	72 %	11:15,55
BILAN 2	78 %	07:46,64
BILAN 3	75 %	09:24,53

	Items	Temps
Gain	2	- 01:51,02

LECTURES CHRONOMETREES

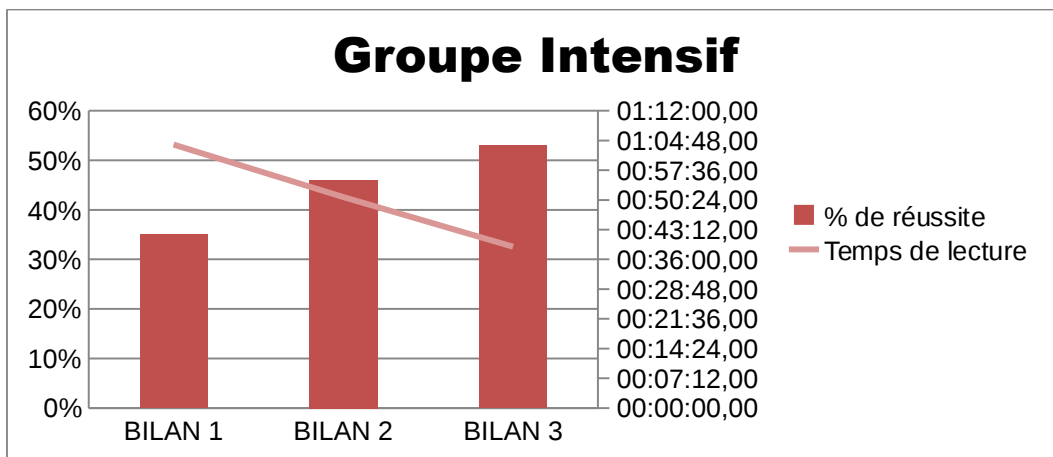


ANNEXE X: RESULTATS AUX BILANS - HUGO

Progression
 Stagnation
 Régression

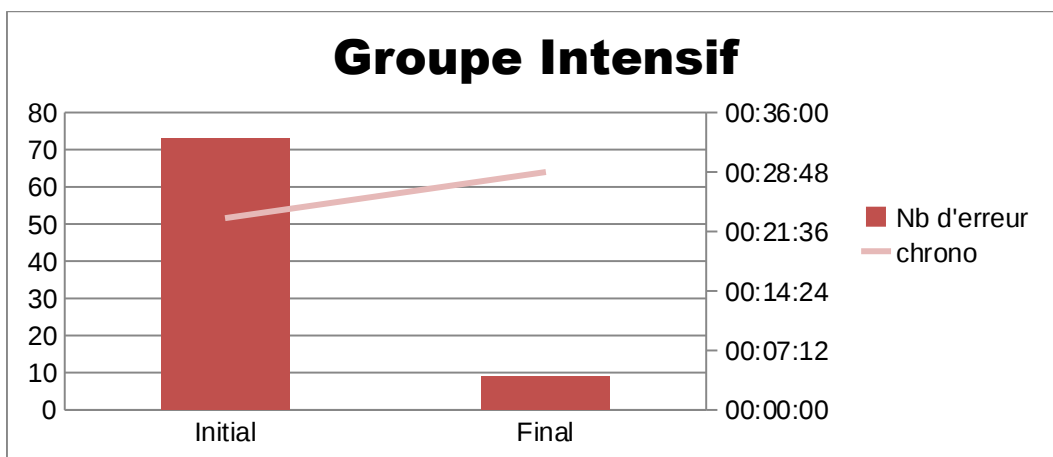
HUGO		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	25/26		26/26		26/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	36/37		37/37		37/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	52/72	72 %	56/72	78 %	54/72	75 %
	<i>Temps</i>	11'15		7'46		9'24	
<i>MCLM</i>		20 Lus:22 Erreurs:2	- 3,4 ET	19 Lus:21 Erreurs:3	- 3,8 ET	25 Lus:25 Erreurs:0	- 3,2 ET
<i>L3</i>		5/6	4ème quartile	7/7	4ème quartile	1/3	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	8/10	-1,8 ET	8/10	- 1,8 ET	8/10	- 1,8 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	2/10	- 7,4 ET	3/10	- 6,4 ET	4/10	- 5,4 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	1/10	- 5,1 ET	3/10	- 5,8 ET	2/10	- 4,5 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	9/10	- 0,3 ET	7/10	- 2,3 ET	10/10	+ 0,7 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	5/10	- 3,4 ET	5/10	- 3,4 ET	6/10	- 2,6 ET
<i>Compréhension orale</i>		18/20	-0,3 ET				

ANNEXE XI: SYNTHÈSE POUR LE GROUPE SUIVI DE FAÇON INTENSIVE



MIM

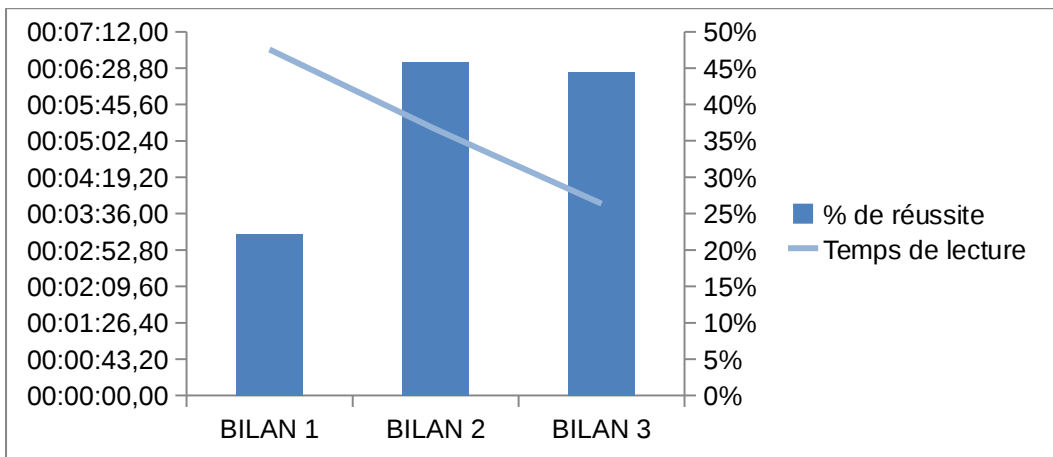
	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	35 %	01:03:50,74
BILAN 2	46 %	00:51:03,64
BILAN 3	53 %	00:39:04,22



LECTURES CHRONOMETREES

	Nombre d'erreurs	% d'erreurs	Temps
Initiale	73	32 %	00:23:12
Finale	9	4 %	00:28:47

ANNEXE XII: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - CAMILLE

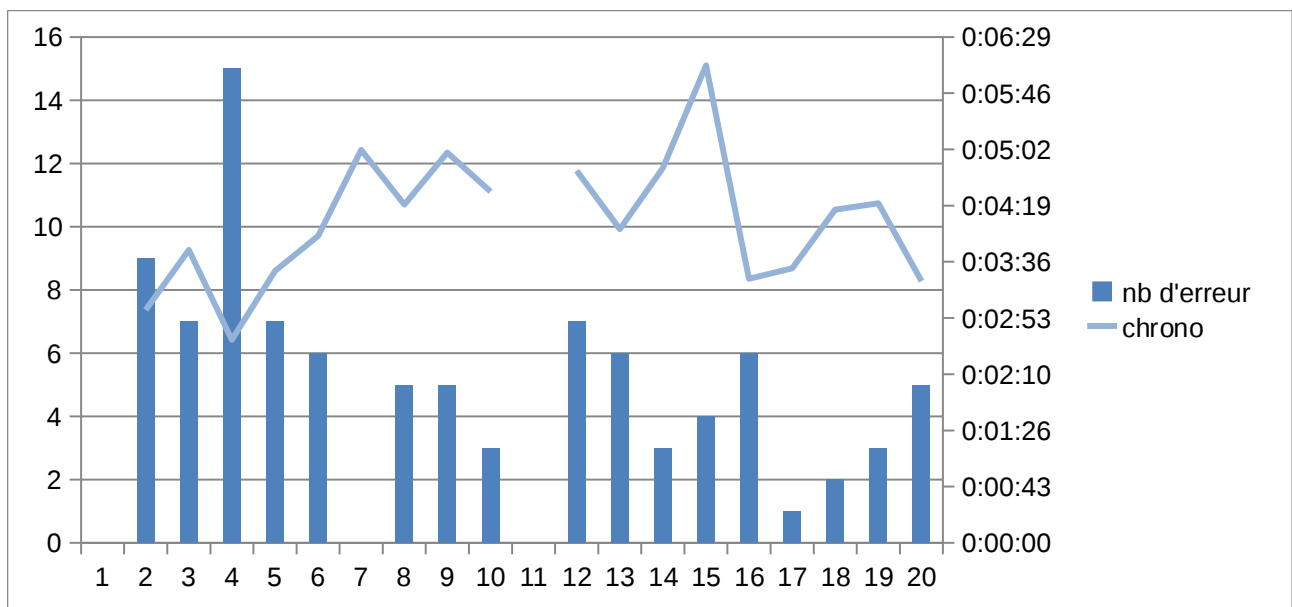


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	22 %	06:51,02
BILAN 2	46 %	05:16,41
BILAN 3	44 %	03:47,75

	Items	Temps
Gain	16	- 03:03,27

LECTURES CHRONOMETREES

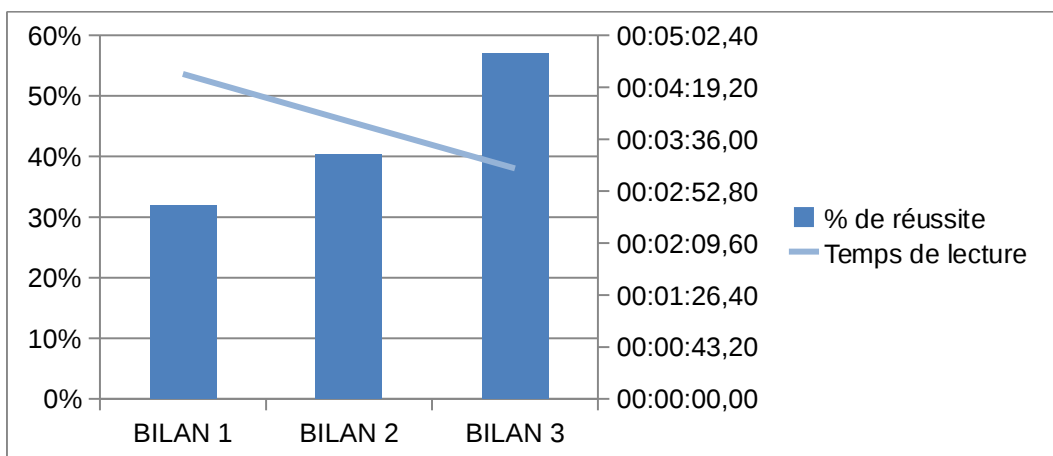


ANNEXE XIII: RESULTATS AUX BILANS - CAMILLE

Progression
 Stagnation
 Régression

CAMILLE		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	23/26		22/26		19 /26	
	<i>Son des graphèmes</i>	26/37		32/37		33/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	16/72	22 %	33/72	46 %	32/72	44 %
	<i>Temps</i>	6'51		5'16		3'47	
<i>MCLM</i>		14 Lus:18 Erreurs:4	- 2,9 ET	26 Lus:30 Erreus:4	- 2,7 ET	37 Lus:43 Erreurs:6	- 2 ET
<i>L3</i>		1/1	4ème quartile	0/5	4ème quartile	2/6	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	2/10	- 4,5 ET	6/10	- 1,8 ET	3/10	- 3,8 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	2/10	- 4,8 ET	0/10	- 4,8 ET	1/10	- 4,2 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	7/10	- 0,8 ET	6/10	- 1,5 ET	4/10	- 2,8 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	2/10	- 3,1ET	3/10	- 2,6 ET	2/10	- 3,1 ET
<i>Compréhension orale</i>		17/20	+0,8 ET				

ANNEXE XIV: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - MAELISSE

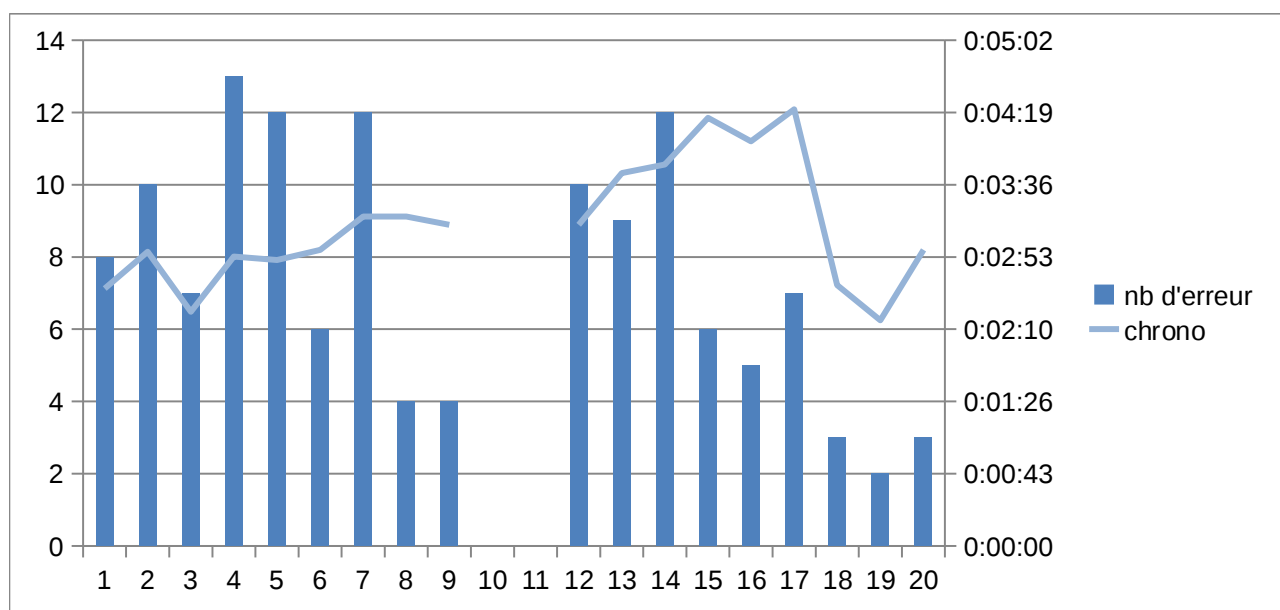


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	32 %	04:30,31
BILAN 2	40 %	03:50,68
BILAN 3	57 %	03:11,77

	Items	Temps
Gain	18	-01:18,54

LECTURES CHRONOMETREES

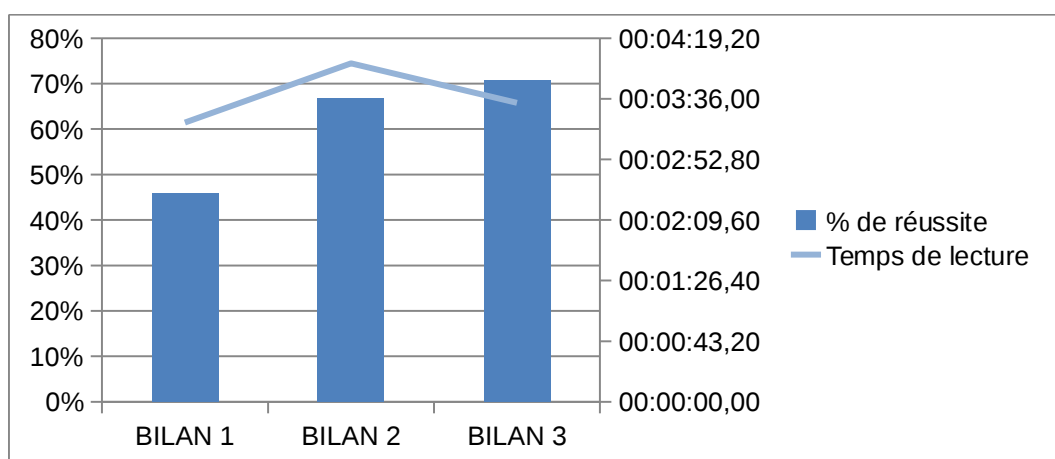


ANNEXE XV: RESULTATS AUX BILANS – MAELISSE

Progression
 Stagnation
 Régression

MAELISSE		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	20/26		24/26		21/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	31/37		35/37		34/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	23/72	32 %	29/72	40 %	41/72	57 %
	<i>Temps</i>	4'30		3'50		3'11	
<i>MCLM</i>		22 Lus:31 Erreurs:9	- 2,9 ET	36 Lus:47 Erreurs:11	- 2,7 ET	37 Lus:42 Erreurs:5	- 2,3 ET
<i>L3</i>		4/7	4ème quartile	3/9	4ème quartile	3/7	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	3/10	- 3,8 ET	6/10	- 1,8 ET	5/10	- 2,5 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	0/10	- 4,8 ET	0/10	- 4,8 ET	1/10	- 4,2 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	2/10	- 4,1 ET	3/10	- 3,5 ET	4/10	- 2,8 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	2/10	- 2,6 ET	1/10	- 3,6 ET	1/10	- 3,6 ET
<i>Compréhension orale</i>		16/20	+ 0,3 ET				

ANNEXE XVI: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - MAUD

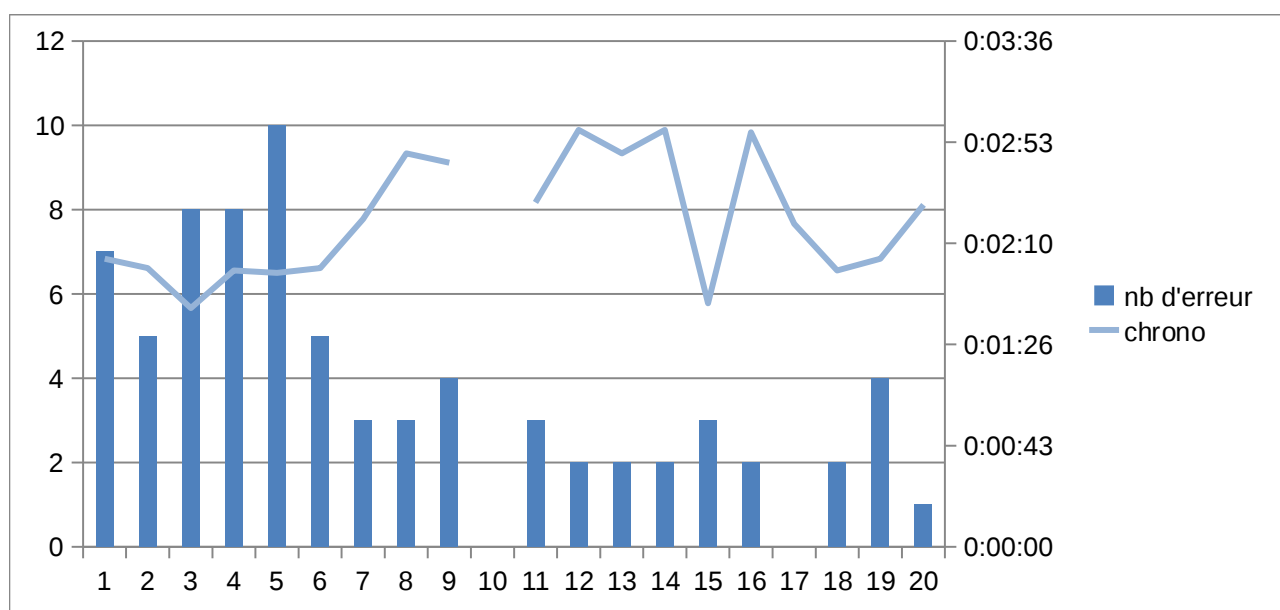


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	46 %	03:19,04
BILAN 2	67 %	04:01,16
BILAN 3	71 %	03:33,01

	Items	Temps
Gain	18	- 01:14,39

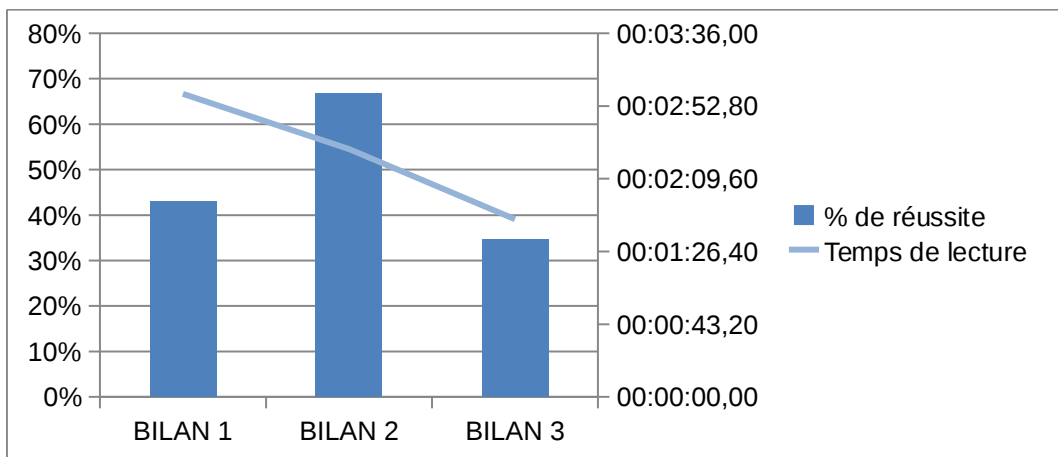
LECTURES CHRONOMETREES



ANNEXE XVII: RESULTATS AUX BILANS – MAUD

Progression
 Stagnation
 Régression

MAUD		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	25/26		25/26		25/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	29/37		35/37		35/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	33/72	46 %	48/72	67 %	51/72	71%
	<i>Temps</i>	3'19		4'01		3'33	
<i>MCLM</i>		41 Lus:47 Erreurs:6	- 1,8 ET	40 Lus:47 Erreus:7	- 2,2 ET	41 Lus:45 Erreurs:4	- 1,8 ET
<i>L3</i>		4/7	4ème quartile	3/4	4ème quartile	7/7	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	5/10	- 2,5 ET	6/10	- 1,8 ET	6/10	- 1,8 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	0/10	- 4,8 ET	2/10	- 3,6 ET	1/10	- 4,2 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET	0/10	- 2,7 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	5/10	- 2,1 ET	8/10	- 0,1 ET	7/10	- 0,8 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	3/10	- 2,6 ET	4/10	- 2,1 ET	5/10	- 1,6 ET
<i>Compréhension orale</i>		16/20	+ 0,3 ET				

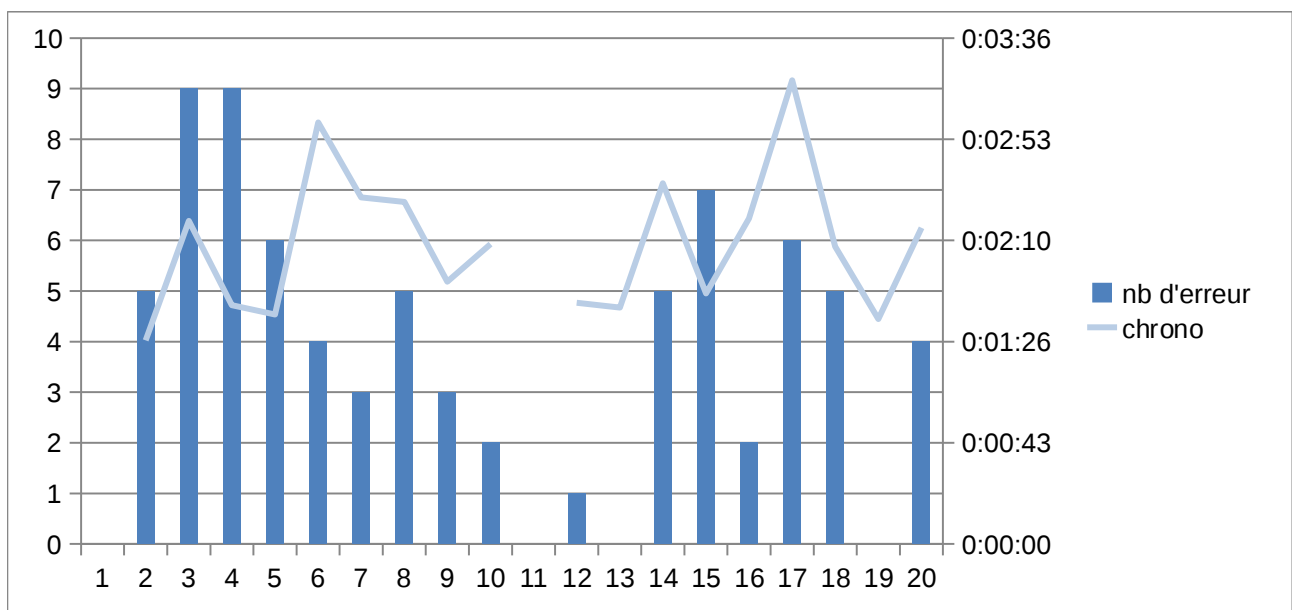


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	43 %	03:00,00
BILAN 2	67 %	02:27,22
BILAN 3	35 %	01:45,61

	Items	Temps
Gain	- 6	- 01:14,39

LECTURES CHRONOMETREES

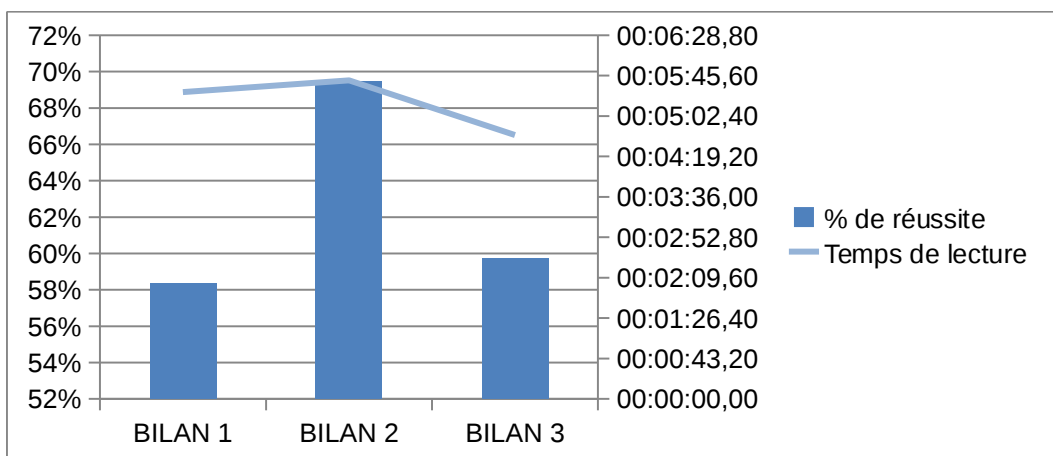


ANNEXE XIX: RESULTATS AUX BILANS – JEREMY

Progression
 Stagnation
 Régression

JEREMY		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	19/26		23/26		23/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	21/37		33/37		35/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	31/72	43 %	48/72	67 %	25/72	35 %
	<i>Temps</i>	3'00		2'27		1'45	
<i>MCLM</i>		39 Lus:68 Erreurs:29	- 2,1 ET	39 Lus:44 Erreus:5	- 2,4 ET	46 Lus:52 Erreurs:6	- 2,1 ET
<i>L3</i>		5/12	4ème quartile	4/11	4ème quartile	7/13	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	1/10	- 9,3 ET	5/10	- 4,9 ET	6/10	- 3,8 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	0/10	- 8,2 ET	1/10	- 7,3 ET	2/10	- 6,4 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 4,6 ET	0/10	- 4,6 ET	1/10	- 4,1 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	5/10	- 3,8 ET	5/10	- 3,8 ET	5/10	- 3,8 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	2/10	- 3,9 ET	1/10	- 5,2 ET	4/10	- 3,2 ET
<i>Compréhension orale</i>		10/20	-3,3 ET				

ANNEXE XX: MIM ET LECTURES CHRONOMETREES - KAHINA

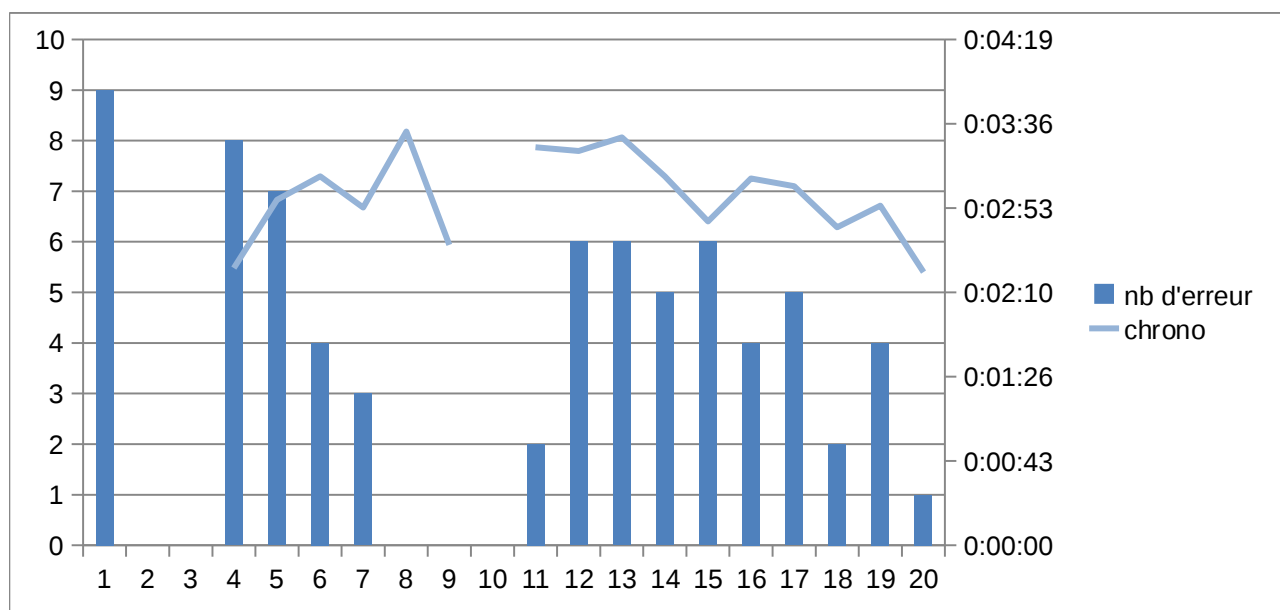


MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	58 %	05:28,00
BILAN 2	69 %	05:40,52
BILAN 3	60 %	04:42,15

	Items	Temps
Gain	1	-00:45,85

LECTURES CHRONOMETREES

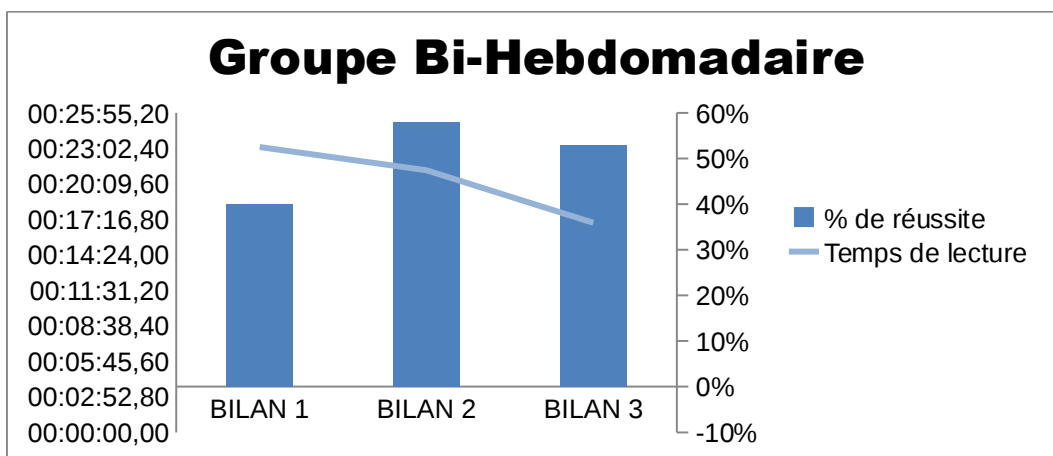


ANNEXE XXI: RESULTATS AUX BILANS – KAHINA

Progression
 Stagnation
 Régression

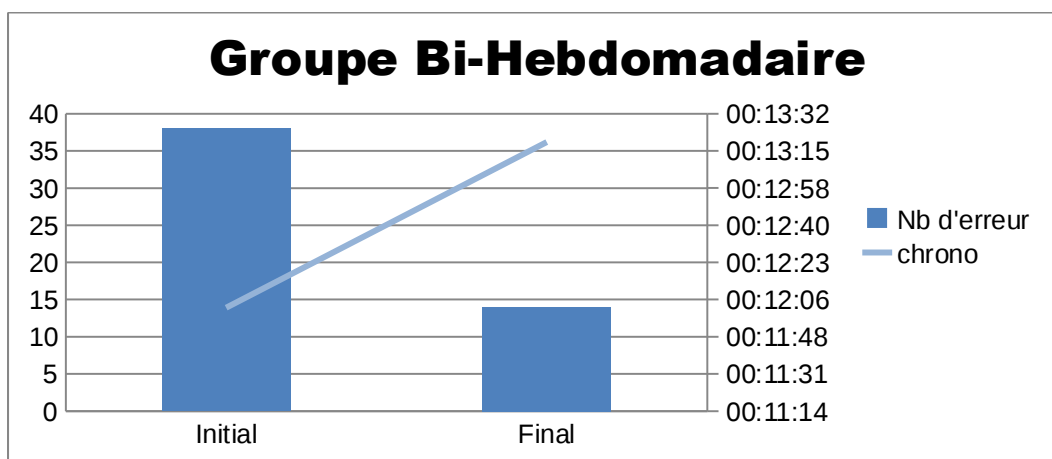
KAHINA		Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3	
<i>Epreuve</i>	<i>Subtest</i>	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme	Résultats	Ecart à la norme
<i>Nom des lettres, Son des graphèmes</i>	<i>Nom des lettres</i>	21/26		23/26		26/26	
	<i>Son des graphèmes</i>	27/37		33/37		33/37	
<i>MIM</i>	<i>Items</i>	42/72	58 %	50/72	69 %	43/72	60 %
	<i>Temps</i>	5'28		5'40		4'42	
<i>MCLM</i>		21 Lus:25 Erreurs:4	- 2,9 ET	23 Lus:25 Erreurs:2	- 2,7 ET	32 Lus:35 Erreurs:3	- 2,6 ET
<i>L3</i>		5/7	4ème quartile	6/7	4ème quartile	5/5	4ème quartile
<i>Dictée de mots et non-mots</i>	<i>Mots réguliers simples</i>	5/10	- 4,5 ET	6/10	- 3,8 ET	7/10	- 2,7 ET
	<i>Mots réguliers complexes</i>	1/10	- 7,3 ET	1/10	- 7,3 ET	2/10	- 6,4 ET
	<i>Mots irréguliers</i>	0/10	- 4,6 ET	0/10	- 4,6 ET	0/10	- 4,6 ET
	<i>Logatomes bisyllabiques</i>	7/10	- 2 ET	6/10	- 2,9 ET	7/10	- 2 ET
	<i>Logatomes trisyllabiques</i>	1/10	- 5,2 ET	2/10	- 4,5 ET	3/10	- 3,9 ET
<i>Compréhension orale</i>		15/20	- 0,9 ET				

ANNEXE XXII: SYNTHESE POUR LE GROUPE SUIVI DE FACON BIHEBDOMADAIRE



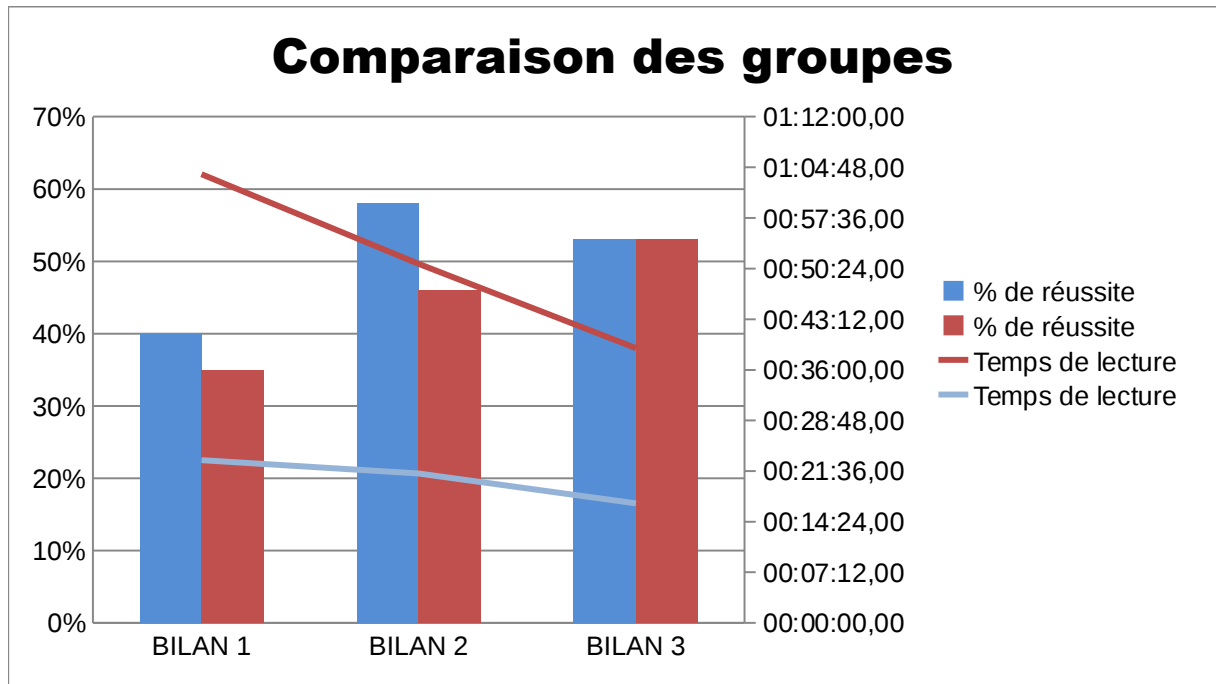
MIM

	% de réussite	Temps de lecture
BILAN 1	40 %	00:23:08,37
BILAN 2	58 %	00:21:15,99
BILAN 3	53 %	00:17:00,29

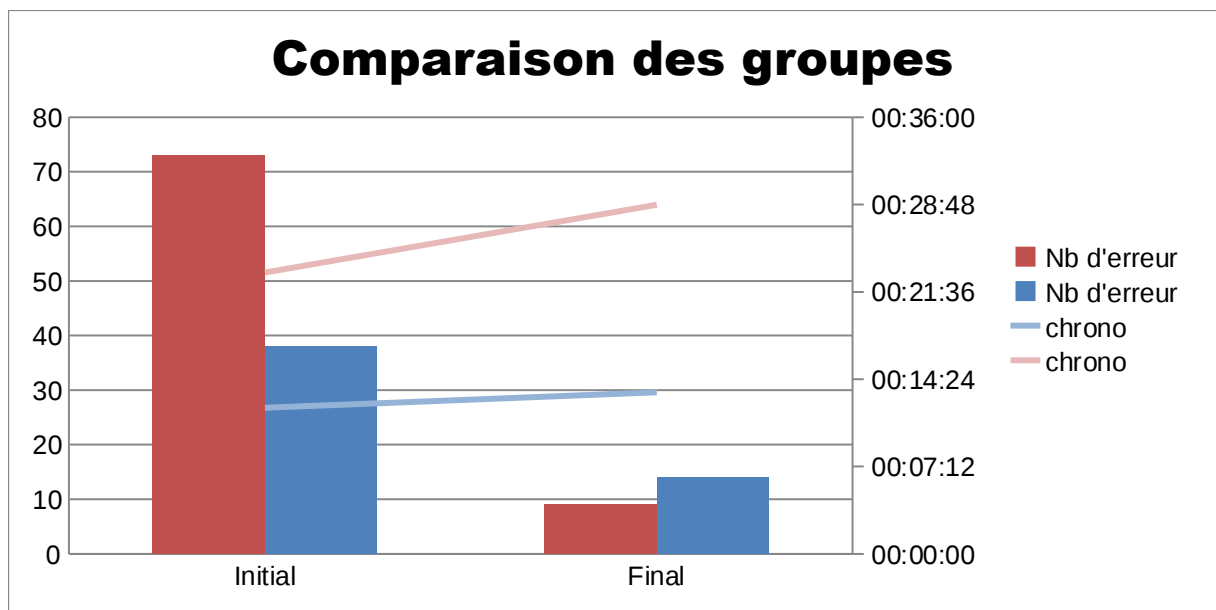


LECTURES CHRONOMETREES

	Nombre d'erreurs	% d'erreurs	Temps
Initiale	38	17 %	00:12:02
Finale	14	6 %	00:13:19



MIM



LECTURES CHRONOMETREES

Marjorie DEROUET
Justine NEUMAR

L'amélioration de la voie d'assemblage chez l'enfant dyslexique par
l'administration intensive d'un protocole grapho-phonémique : comparaison avec
une prise en charge bihebdomadaire

Résumé

Ces dernières années, les avancées en neuro-anatomie fonctionnelle ont permis de requalifier la dyslexie comme étant une pathologie d'origine neurologique. Cette pathologie entraîne une prise en charge orthophonique au long cours à raison d'une à deux séances par semaine. Or, les bénéfices d'une rééducation intensive, en appui sur les capacités plastiques du cerveau, ont été largement démontrés dans le cas de cérébrolésions. Ainsi, nous nous sommes demandé si l'administration intensive d'un protocole centré sur la voie d'assemblage, pouvait améliorer précision et rapidité en lecture chez les enfants dyslexiques, de façon plus efficace qu'une prise en charge bihebdomadaire. Nous avons donc conçu un protocole grapho-phonémique de vingt séances et avons comparé les résultats entre deux groupes ; l'un bénéficiait d'une stimulation intensive à raison de quatre séances par semaine pendant cinq semaines, l'autre se voyait administrer le protocole de façon bihebdomadaire. Trois bilans proposés au cours de l'expérimentation nous ont permis de mesurer les progrès en lecture pour chaque groupe.

Les résultats obtenus mettent en relief une progression constante pour les enfants issus du groupe intensif, même après l'arrêt du protocole. Ils ont ainsi gagné en précision et en rapidité de lecture. A l'inverse, les enfants suivis de façon bihebdomadaire ont tout d'abord progressé avant de présenter une stagnation de leurs performances, voire une régression. Nous estimons que les progrès observés pour les enfants suivis de façon intensive sont dus aux capacités plastiques cérébrales. Cependant, seules des observations en neuro-imagerie fonctionnelle nous permettraient d'objectiver ces conclusions.

Mots-clés : dyslexie, rééducation intensive, voie d'assemblage, plasticité cérébrale

Marjorie DEROUET
Justine NEUMAR

Improvement of the assembly procedure in a dyslexic child with an intensive administration of a grapho-phonemic protocol - comparison with a biweekly intervention

These past years, progress in functional neuroanatomy has allowed to reclassify dyslexia as a neurological pathology. This pathology entails a long-term speech therapy intervention on a one to two sessions per week. Yet, the benefits of intensive reeducation, supported by the plastic capacity of the brain have been widely proved in the case of cerebral damage. Thus, we have wondered whether an intensive administration of a protocol focusing on the assembly procedure could help dyslexic children improve their reading speed and accuracy in a more efficient way than a twice-weekly intervention.

We have, therefore, tested a grapho-phonemic protocol of twenty sessions comparing the results between two groups - one received a five-week intensive stimulation at a rate of four sessions per week; the other was given a biweekly protocol. Three assessments proposed during the experiment have measured the reading progress in each group.

The final results highlight a constant evolution for the children of the intensive group, even after we had ended the protocol. They, thus, improved reading accuracy and speed. Conversely, the children who were given a biweekly protocol have first made progress before showing stagnant performances, even regression. We believe that the progress observed among the children followed intensively is due to the plastic capacities of the brain. However, only would functional brain imaging techniques enable us to give objective conclusions.

Key-words: dyslexia, intensive reeducation, assembly procedure, cerebral plasticity