



HAL
open science

Vers un logiciel de rééducation des troubles de l'empan visuo-attentionnel dans les dyslexies développementales

Nadine Lions

► **To cite this version:**

Nadine Lions. Vers un logiciel de rééducation des troubles de l'empan visuo-attentionnel dans les dyslexies développementales. Médecine humaine et pathologie. 2014. dumas-01502850

HAL Id: dumas-01502850

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01502850>

Submitted on 6 Apr 2017

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

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

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

Par

LIONS Nadine
Née le 25 juillet 1967 à Nice

**VERS UN LOGICIEL DE REEDUCATION DES
TROUBLES DE L'EMPAN VISUO-ATTENTIONNEL
DANS LES DYSLEXIES DEVELOPPEMENTALES**

Directeur de Mémoire : **ESKINAZI Karine,**
Orthophoniste
Co-directeur de Mémoire : **VALDOIS Sylviane,**
Orthophoniste
Directrice de recherche, CNRS

Nice
2014

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

Par

LIONS Nadine
Née le 25 juillet 1967 à Nice

**VERS UN LOGICIEL DE REEDUCATION DES
TROUBLES DE L'EMPAN VISUO-ATTENTIONNEL
DANS LES DYSLEXIES DEVELOPPEMENTALES**

Directeur de Mémoire :

ESKINAZI Karine, Orthophoniste

Co-directeur de Mémoire :

VALDOIS Sylviane, Orthophoniste,

Directrice de recherche, CNRS

Membres du jury :

FOSSOUD Catherine, Neuropédiatre, CERTA

PAYNE Magali, Orthophoniste

Nice

2014

REMERCIEMENTS

Je remercie Karine Eskinazi qui m'a donné envie d'investiguer le sujet de l'empan visuo-attentionnel, et qui a été une directrice de mémoire enthousiaste et disponible,

Merci à l'équipe de Centre Référent des Troubles des Apprentissages, et plus particulièrement à Magali Payne et Catherine Fossoud, qui m'ont accueillie chaleureusement en stage, et ouvert leur dossiers et bureaux en toute confiance,

Merci à Sylviane Valdois de m'avoir intégrée à son projet de recherche avec tant de simplicité. Cette collaboration fut un honneur pour moi. Merci pour ta confiance, ton accompagnement et les conseils prodigués.

Merci à Rachel Zoubrintesky de m'avoir guidée et conseillée tout au long de ma recherche, avec une gentillesse et une disponibilité indéfectibles. Je te souhaite le meilleur pour ton doctorat !

Toute ma reconnaissance va aux orthophonistes Bénédicte Julia, Myriam Moreau, Julie Barnini, Ludivine Lebel, Marine Serrette, Marion Lebigre, Marie Vermeersch qui m'ont spontanément ouvert les portes de leur cabinet et fait confiance pour suivre leurs patients en parallèle de leur prise en charge. Sans elles, ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour.

Je remercie infiniment les enfants et leur famille qui se sont lancés dans ce programme de rééducation intensif avec motivation, persévérance et espoir. Ils en ont été récompensés ! Ils sont le cœur de ce mémoire et c'est à eux que je le dédie.

Tous mes remerciements à l'Ecole d'Orthophonie de Nice qui m'a ouvert les portes pour un nouveau métier passionnant. Ces quatre années d'étude furent riches, intenses, l'occasion d'intégrer un nouveau savoir et de faire de belles rencontres.

Merci à Magali, mon "binôme" durant ces années d'étude et, surtout, mon amie.

Merci à Emmanuel, mon cher et tendre époux, qui a accompagné et permis ce rêve de nouvelle vie ; merci à mes enfants, Antoine, Mathilde et Agathe pour leur support sans faille. Je leur souhaite de trouver leur voie à leur tour.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	3
SOMMAIRE.....	4
INTRODUCTION.....	6
PARTIE THEORIQUE.....	7
I. LA LECTURE, UNE ACTIVITE COMPLEXE.....	8
1. <i>Tout commence par la perception visuelle.....</i>	8
2. <i>Les grandes étapes de l'apprentissage de la lecture.....</i>	9
3. <i>Les modèles de lecture compétente.....</i>	13
4. <i>Les pré-requis à la lecture.....</i>	19
II. LES DYSLEXIES DEVELOPPEMENTALES.....	21
1. <i>Définition du terme de dyslexie.....</i>	21
2. <i>Données de prévalence.....</i>	22
3. <i>Classification des dyslexies développementales.....</i>	23
III. NATURE DES DYSFONCTIONNEMENTS COGNITIFS ASSOCIES AUX DYSLEXIES DEVELOPPEMENTALES.....	26
1. <i>L'hypothèse d'un trouble phonologique.....</i>	26
2. <i>L'hypothèse d'un déficit de l'empan visuo-attentionnel.....</i>	29
IV. REMEDICATION DES TROUBLES DYSLEXIQUES.....	36
1. <i>Les différents niveaux d'intervention.....</i>	36
2. <i>Les outils de diagnostic du trouble phonologique ou de l'empan VA.....</i>	37
3. <i>Approches rééducatives du trouble phonologique.....</i>	37
4. <i>Approches rééducatives du trouble de l'empan visuo-attentionnel.....</i>	39
5. <i>L'efficacité des méthodes rééducatives.....</i>	40
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES.....	44
I. PROBLEMATIQUE.....	45
II. HYPOTHESE GENERALE.....	46
III. HYPOTHESES OPERATIONNELLES.....	46
PARTIE EXPERIMENTALE.....	47
I. PROTOCOLE.....	48
1. <i>Population.....</i>	48
2. <i>Chronologie de l'étude.....</i>	50
3. <i>Les programmes d'entraînement.....</i>	51
4. <i>L'évaluation en pré-test et post-test.....</i>	55
II. MATERIEL ET MESURE.....	56
1. <i>Epreuves de lecture.....</i>	56
2. <i>Epreuves mesurant les performances de l'empan visuo-attentionnel.....</i>	57
3. <i>Epreuves méta-phonologiques.....</i>	58
4. <i>Mémoire à court-terme verbale et mémoire de travail.....</i>	59
5. <i>Epreuves comportementales.....</i>	60
PRESENTATION DES RESULTATS.....	61
I. RESULTATS AUX EPREUVES EN PRE-TEST (T0).....	62
1. <i>Groupe expérimental.....</i>	62
2. <i>Comparaison entre les deux groupes.....</i>	65
II. ANALYSE DE COMPARAISON PRE ET POST-TEST 1.....	67
1. <i>Effets de la remédiation sur le trouble de l'empan VA.....</i>	67
2. <i>Effets de la remédiation non ciblée.....</i>	69
3. <i>Effets de la remédiation sur la lecture.....</i>	70
III. OBSERVATION DES EFFETS DE MAEVA A PLUS LONG TERME.....	75
DISCUSSION DES RESULTATS.....	77
I. DISCUSSION GENERALE.....	78
1. <i>Rappel des objectifs.....</i>	78
2. <i>Profil du groupe expérimental.....</i>	78

II.	DISCUSSION DETAILLEE ET VALIDATION DES HYPOTHESES.....	80
1.	<i>Un déficit de l'empan VA.....</i>	80
2.	<i>Effets d'un déficit de l'empan VA sur les performances de lecture.....</i>	80
3.	<i>Impact du programme d'entraînement MAEVA sur l'empan visuo-attentionnel.....</i>	81
4.	<i>Impact du programme d'entraînement MAEVA sur les compétences dans le domaine de la lecture.....</i>	83
5.	<i>Impact du programme d'entraînement MAEVA à plus long terme sur les capacités de l'empan VA et sur la lecture.....</i>	84
III.	ELEMENTS CRITIQUES ET PERSPECTIVES.....	85
1.	<i>Sélection de l'échantillon.....</i>	85
2.	<i>Epreuves diagnostiques.....</i>	85
3.	<i>Matériel et protocole d'entraînement.....</i>	85
4.	<i>Perspectives.....</i>	86
	CONCLUSION.....	87
	BIBLIOGRAPHIE.....	88
	ANNEXES.....	96
	LISTE DES ANNEXES.....	97
	ANNEXE I : DESCRIPTION ET CONSIGNES DES EPREUVES.....	98
	ANNEXE II : FICHE DE PASSATION DES EPREUVES DE PRE- ET DE POST-TEST.....	111
	ANNEXE III : EPREUVES COMPORTEMENTALES.....	124
	ANNEXE IV : CONSENTEMENT PARENTS/ENFANTS A L'ETUDE.....	133
	ANNEXE V : GUIDE PARENTS POUR L'INSTALLATION DU LOGICIEL MAEVA.....	136
	ANNEXE VI : GUIDE PARENTS POUR L'INSTALLATION DU LOGICIEL EPC-DOM-TOM.....	146
	TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	153

INTRODUCTION

Reconnue comme un trouble du développement des acquisitions scolaires par l'Organisation Mondiale de la Santé (1991), la dyslexie est un problème de santé publique de par sa prévalence et ses conséquences, à la fois en termes de difficultés scolaires et d'intégration professionnelle. En France, elle toucherait 5 à 8 % des enfants scolarisés.

De nombreuses recherches ont apporté des avancées remarquables sur la connaissance des troubles observés, des déficits cognitifs sous-jacents et de leurs corrélats neurobiologiques. Selon la conception unitaire, un déficit d'ordre phonologique, dont le degré de sévérité expliquerait la diversité des profils rencontrés, serait la seule cause explicative de la dyslexie. La conception pluraliste, dans laquelle s'inscrit notre mémoire, postule l'existence de plusieurs troubles sous-jacents. Bosse, Tainturier & Valdois (2007) ont récemment trouvé un lien entre l'empan visuo-attentionnel et la lecture. Ces auteurs proposent donc que les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles soient nécessaires à la lecture, dans la mesure où leur atteinte constitue des facteurs indépendants sous-jacents permettant de caractériser la dyslexie de développement. Cette approche multifactorielle semble plus apte à rendre compte de l'hétérogénéité, par ailleurs largement reconnue, des profils dyslexiques.

En dépit de l'avancée des connaissances, certaines questions subsistent notamment sur les moyens de remédier de façon spécifique aux troubles visuo-attentionnels des enfants. L'objectif de ce mémoire est de tenter d'apporter un éclairage à ce questionnement. En effet, notre travail complète des recherches déjà menées à ce sujet et a pour visées de démontrer la possibilité de remédier aux troubles de l'empan visuo-attentionnel par le biais d'un logiciel (MAEVA). Il s'intègre dans une recherche plus large réalisée par Rachel Zoubrinetsky, doctorante au Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition à l'UMR¹ de Grenoble, sous la direction de Sylviane Valdois.

Pour cela, nous comparerons les progrès réalisés par des enfants dyslexiques avec des troubles de l'empan visuo-attentionnel après suivi d'un entraînement intensif avec l'outil de remédiation MAEVA. Nous essaierons de montrer en quoi un entraînement spécifiquement ciblé sur les troubles visuo-attentionnels agit sur le trouble sous-jacent et les compétences en lecture.

Dans une première partie théorique, après avoir rappelé les modèles de l'apprentissage normal de la lecture, nous définirons la dyslexie, notamment dans ses dimensions cognitives et comportementales puis nous aborderons sa prise en charge, en évoquant quelques méthodes de rééducation et les critères d'efficacité essentiels. Dans un second temps, nous présenterons la partie expérimentale de notre étude, ainsi que les résultats obtenus. Enfin, nous analyserons ces résultats au regard du contexte théorique et en rapport avec notre problématique et nos hypothèses initiales.

¹ UMR (Unité Mixte de Recherche) 5105

Chapitre I

PARTIE THEORIQUE

Parler de l'apprentissage de la lecture et de ses difficultés, nécessite de comprendre ce qui est spécifique à la lecture. La finalité de la lecture est bien-sûr la compréhension du texte lu, mais celle-ci dépend à la fois du niveau de langage oral et de la maîtrise des mécanismes spécifiques à la lecture. Le parallèle avec la musique permet de bien comprendre de quels mécanismes il s'agit. En effet, l'on peut être à la fois mélomane, comprendre la musique et être tout à fait inapte à maîtriser les mécanismes permettant de déchiffrer et associer les notes d'une partition pour en reconstituer la mélodie. Il en va de même pour la lecture. C'est le cas pour un enfant intelligent qui comprend un texte qu'on lui lit à haute voix mais ne comprend pas ce même texte s'il doit le lire tout seul. Ses difficultés sont propres à l'acte de lecture. Car on ne peut accéder à la compréhension d'un texte écrit que si l'on maîtrise les mécanismes permettant d'identifier les mots écrits.

I. La lecture, une activité complexe

1. Tout commence par la perception visuelle

La lecture peut sembler une activité simple pour le lecteur aguerri. Il suffit à ce dernier de poser les yeux sur n'importe quel texte pour que les mots prennent sens et soient prononcés avec la plus grande aisance.

La lecture ne relève pas pour autant de la magie mais de processus nombreux et complexes, en premier lieu desquels se trouve la perception visuelle des lettres et des mots. Tout commence au niveau de la rétine qui est une plaque photographique dans laquelle se passent beaucoup de réactions chimiques. La rétine va recevoir les impressions lumineuses et les transmettre au cerveau par les voies optiques et plus spécifiquement en son centre, dans une zone appelée fovéa particulièrement riche en cellules photo réceptrices de très haute résolution, les cônes. Seule cette zone permet de distinguer précisément les détails des lettres. Il y a en effet une perte progressive de la précision du décodage en périphérie de la fovéa. Notre œil n'est donc pas un capteur parfait, offrant une résolution homogène.

La taille des caractères n'influe pas sur la facilité de lecture. Les gros caractères ne sont pas plus faciles à lire, contrairement à ce que l'on pourrait croire. En effet, plus un mot est écrit en gros caractères, plus il occupe de place sur la rétine et donc plus les lettres s'écartent vers la périphérie du champ visuel. Du fait de cette organisation de l'œil, nos capacités de perception ne dépendent que du nombre de lettres que contiennent les mots et non de leur taille absolue.

La fovéa étant une zone très étroite, d'environ 2 degrés angulaires, ce qui correspond à 6-8 caractères (pour un texte de taille normale et à distance visuelle normale), les yeux se déplacent par saccades pendant la lecture c'est-à-dire par petits mouvements discrets, au nombre d'environ 4 ou 5 par seconde. Notre regard se déplace donc continuellement pendant la lecture. La prise d'information du texte se fait au moment de chaque fixation. L'empan de perception correspond à la région du texte sur laquelle l'on peut extraire des informations durant la lecture. Cet empan couvre 3-4 caractères à gauche du point de fixation et jusqu'à 15 caractères à droite (Rayner, 1986) pour les lecteurs du français du fait du sens de lecture de gauche à droite. L'identification des lettres et des mots se fait en revanche dans un espace beaucoup plus proche du point

de fixation, allant de 3-4 caractères à gauche du point de fixation jusqu'à 5-6 caractères à droite. Cet empan est variable et représente donc environ la moitié de l'empan de perception visuelle global. Au-delà de l'identification des lettres, le lecteur obtient des informations plus globales et moins précises telles que la première lettre du mot, la longueur du mot ou encore la forme générales des lettres (montantes, descendantes...). La prise d'information du texte est très brève. Pour qu'une lecture se déroule à un rythme quasiment normal, 200 à 250 ms de fixation suffisent. La lecture n'est en fait qu'une succession d'aperçus du texte, qui procède presque mot à mot, notamment ceux qui sont essentiels à la compréhension du sens de la phrase, tels que les noms, adjectifs, adverbes et verbes.

Mais au-delà de la reconnaissance visuelle des mots, comment s'acquiert la lecture ?

2. Les grandes étapes de l'apprentissage de la lecture

La lecture, en tant qu'activité langagière, partage un certain nombre de composantes et de systèmes de traitement avec les activités de production et de compréhension du langage oral. Au début de l'apprentissage, l'enfant a notamment développé des capacités d'analyse acoustique et un système de reconnaissance auditive des mots. Il possède un lexique phonologique, i.e. un ensemble de représentations mémorisées de la forme sonore des mots. Son système sémantique est partiellement constitué : il a développé une connaissance de la signification des mots parlés et de la relation de sens qui s'établit entre eux. Par ailleurs, il fait preuve de capacités d'analyse syntaxique implicite lui permettant la compréhension et la production de phrases. Ces systèmes de traitement du langage, bien que non spécifiques à la lecture, interviennent dans le processus de lecture. Avoir un bon niveau de langage oral au moment de l'acquisition de la lecture est donc un véritable atout pour l'enfant.

La finalité de l'apprentissage consiste à mémoriser la forme orthographique des mots et renforcer les connections entre forme orthographique, phonologique et sens afin de reconnaître très rapidement la plupart des mots écrits.

La majorité des modèles développementaux postulent l'existence d'étapes successives dans l'acquisition de la lecture. Dans les faits, l'apprentissage montre de fortes variations interindividuelles, tant au niveau de l'âge de transition d'une étape à l'autre que dans l'ordre des étapes qui ne sont pas nécessairement séquentielles, ni obligatoires.

Pour schématiser notre propos nous nous appuyerons néanmoins sur le modèle de la psychologue anglaise Uta Frith (1985). Frith postule l'existence de trois grands stades d'acquisition qui correspondent à des stades différents d'identification des mots écrits : les stades logographiques, alphabétiques et orthographiques. La caractéristique principale du modèle est de postuler que chaque étape ne se met en place que si la précédente a été acquise. Cette séquentialité de l'ordre a d'ailleurs été contestée et a donné lieu à la proposition de modèles alternatifs que nous présenterons ultérieurement.

2.1. Le traitement logographique

Le stade logographique se caractérise par la reconnaissance immédiate des mots connus. L'enfant mémorise une association entre une forme orale, qu'il connaît déjà, et une forme écrite qui est nouvelle pour lui. Cette association lui semble totalement arbitraire car il n'identifie pas le mot de façon analytique.

C'est essentiellement le contexte qui va donner l'accès au sens et à la prononciation, donnant l'illusion d'une véritable lecture. Ainsi, les logos qui accompagnent les noms de marques dans les annonces publicitaires jouent le rôle d'indice contextuel. Une étude menée par Masonheimder, Drum & Erhi (1984) en témoigne. De jeunes enfants ayant appris à prononcer le mot écrit "PEPSI" dans un même contexte visuel prononcent de la même façon des formes visuellement proches, e.g. "XEPSI", même si on leur demande explicitement s'il n'y a pas quelque chose de bizarre dans ce dernier mot. Les jeunes enfants ne perçoivent donc pas les erreurs introduites dans les formes orthographiques qu'ils sont par ailleurs capables d'associer à la forme orale correspondante.

Dans une phase ultérieure de l'étape logographique, le mot peut être reconnu non plus seulement sur des indices externes mais également sur des indices internes. Selon Frith (1985), l'enfant mémoriserait un certain nombre de traits graphiques saillants, caractéristiques de la forme du mot, lui permettant de le différencier des autres mots qui font partie de son lexique visuel. Il peut s'agir de mots ayant de "fortes" caractéristiques visuelles, comme la longueur du mot ou le redoublement de lettres, ou la présence d'un trait rappelant la forme de l'objet auquel il se réfère (comme le "o" de vélo" qui peut ressembler à la roue d'une bicyclette). Mais ici encore, on peut aisément induire des erreurs d'identification en présentant un mot dont les caractéristiques visuelles sont proches du mot cible, comme par exemple "TAXIPHONE" qui pourra être lu comme "TELEPHONE". L'identification se fait donc par une analyse partielle de la forme visuelle du mot et en l'absence totale de médiation phonologique.

Ce stade logographique va se révéler progressivement insuffisant pour permettre la reconnaissance d'un nombre croissant de mots et le nombre de confusions va rapidement augmenter.

2.2. Le traitement alphabétique

Le traitement alphabétique se caractérise par la prise de conscience des relations entre formes visuelles et formes sonores ce qui implique un phénomène primordial : la prise de conscience de l'existence d'unités sublexicales qui composent tant les mots écrits que les mots parlés et des relations systématiques entre ces unités. L'enfant prend conscience que le mot n'est pas une séquence arbitraire de lettres qu'il doit mémoriser par cœur. Il apprend à identifier les graphèmes c'est-à-dire à individualiser les lettres ("o") ou les séquences de lettres ("au", "eau", "aux"..) au sein du mot.

Parallèlement il développe sa conscience phonémique en apprenant à décomposer les mots en unités de sons i.e. en phonèmes. L'enfant va ainsi pouvoir appliquer les règles de correspondance grapho-phoniques qui lui sont enseignées.

Enfin, il prend conscience du caractère ordonné des symboles dont il apprend l'usage, de la succession dans le temps des unités sonores qui correspondent à la succession dans l'espace des unités graphiques. Cette notion de séquentialité est fondamentale dans l'apprentissage de l'écrit et fait souvent défaut chez l'enfant dyslexique.

C'est d'ailleurs l'apprentissage de l'écriture qui paradoxalement va aider l'enfant à automatiser la relation entre la forme écrite du mot et sa forme sonore. Il comprend que la forme écrite n'est pas arbitraire par rapport à la forme parlée.

Cette stratégie analytique va lui permettre de lire des mots nouveaux, lui conférant ainsi une certaine autonomie et capacité d'auto-apprentissage. L'enfant va réaliser la magie de la généralisation : il acquiert rapidement une certaine habileté et sans doute un grand plaisir dans le fait de créer à partir d'une forme graphique apparemment vide de sens, une forme sonore correspondant à un mot qui lui est auditivement familier. Cette prise de conscience et ce plaisir constitueront un véritable moteur à son apprentissage de la lecture.

Les confusions entre mots visuellement proches tendent à disparaître. Cette étape se caractérise également par le fait que les mots réguliers sont mieux lus que les mots irréguliers qui peuvent faire l'objet de régularisations, e.g. "monsieur" produit [mɔ̃sjœr].

2.3. Le traitement orthographique

Le traitement orthographique se caractérise par le fait que l'enfant utilise ses connaissances lexicales pour le décodage des mots écrits, que ceux-ci fassent partie ou non de son lexique orthographique. L'enfant reconnaît le mot sur la base de ses composantes orthographiques. On utilise le terme de "traitement analogique" pour décrire cette stratégie de lecture.

En effet, l'enfant utilise les connaissances acquises de l'orthographe des mots de sa langue et de leur prononciation pour déchiffrer de nouveaux mots. Ainsi, d'après Laxon, Coltheart & Keating (1998), les enfants lisent mieux les non-mots qui ont beaucoup de voisins orthographiques que ceux qui en ont peu. Si l'on considère par exemple le non-mot "moute", on notera qu'il a beaucoup de voisins orthographiques, i.e. de vrais mots de la langue ne différant que par une lettre, parmi lesquels : route, moule, meute, etc....

Lorsque l'enfant a rencontré suffisamment souvent un mot pour qu'il devienne familier, l'accès à ce mot est automatisé. On dit qu'il utilise un mécanisme de lecture par adressage, du fait que le mot lu est "adressé" à un lexique interne qui le reconnaît sur sa forme visuelle globale sans avoir besoin de passer par sa correspondance sonore. L'enfant fait l'économie du passage par la voie phonologique.

Cette stratégie permet à l'enfant d'accéder plus rapidement au sens du mot et d'accroître sa vitesse en lecture. C'est le stade de la lecture experte.

L'acquisition de la lecture aboutit donc à l'établissement d'un système de reconnaissance du mot écrit, hautement spécialisé et automatisé, qui comporte deux procédures principales : une procédure analytique, d'assemblage, et une procédure lexicale, d'adressage. La lecture courante repose essentiellement sur le traitement lexical qui permet un accès direct au sens. Néanmoins les deux procédures coexistent et peuvent être utilisées l'une ou l'autre selon la tâche proposée au sujet.

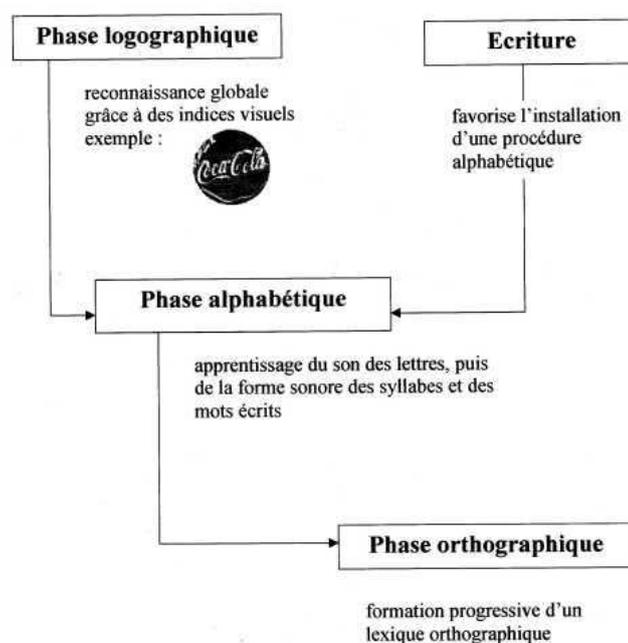


Figure 1 : Modèle de Uta Frith (1985)

Selon Valdois et Bosse (2002), le modèle développemental à étapes n'est cependant pas suffisamment spécifié pour permettre de guider une évaluation cognitive détaillée des composantes mises en jeu dans l'apprentissage de la lecture ainsi que des troubles qui l'accompagnent dans le contexte de la dyslexie.

3. Les modèles de lecture compétente

Plusieurs modèles proposent d'expliquer le fonctionnement et le dysfonctionnement de diverses procédures de lecture. Nous présenterons trois conceptions théoriques différentes majeures du système de lecture.

3.1. Le modèle de lecture à double voie de Coltheart *et al.*, (2001)

Coltheart, Rastle, Perry, Langdon & Ziegler (2001) proposent un modèle interactif des deux voies de lecture dont les composantes sont distinctes et spécifiques : le modèle de la double voie en cascade ("Dual Route Cascade Model", DRC) qui permet la simulation de la lecture de mots monosyllabiques.

Comme son nom l'indique, l'information est transmise en cascade d'un niveau à l'autre via des connexions excitatrices ou inhibitrices. La voie lexicale (lexicale sémantique et lexicale non-sémantique) et la voie d'assemblage sont activées et opèrent en parallèle.

Dans ce modèle, chaque voie est composée d'un nombre de niveaux interagissant et ces niveaux contiennent des unités symboliques (des traits visuels, des lettres, des phonèmes, des mots).

3.1.1. La voie lexicale

- La voie lexicale sémantique

La voie lexicale, également appelée voie d'adressage, permet d'effectuer un traitement simultané du mot grâce à une série de processus. Les traits des lettres d'un mot activent les unités lettres du mot, les lettres elles-mêmes activant alors l'entrée du mot dans le lexique orthographique. Cette entrée du mot dans le lexique orthographique passe par le système sémantique puis dans le lexique phonologique qui active les phonèmes du mot. La procédure lexicale correspond à une lecture globale.

Cette voie ne peut traiter que les mots déjà appris et dont les représentations sont présentes dans les lexiques orthographique et phonologique. Elle permet également la lecture de mots irréguliers c'est-à-dire de mots dont la lecture ne passe pas par les règles classiques de conversion graphème-phonème (ex: monsieur, femme).

- La voie lexicale non-sémantique

Elle suit le même parcours en cascade sans que le système sémantique ne soit activé.

3.1.2. La voie non-lexicale

La voie non-lexicale, également appelée voie d'assemblage, est activée via un système de règles grapho-phonémiques qui opèrent séquentiellement de gauche à droite à partir de la première lettre du mot ou du pseudo-mot. La séquence de lettres présentée en entrée fait d'abord l'objet d'une segmentation graphémique. Puis chaque graphème individualisé est associé au phonème qui lui est le plus fréquemment associé dans la

langue. Il y a ensuite synthèse phonémique permettant d'aboutir au mot. Les règles de conversion seraient ensuite stockées en mémoire indépendamment des informations lexicales.

Seule cette voie permet le traitement de mots nouveaux, que ce soient des mots qui n'ont jamais été appris précédemment ou des "pseudo-mots" qui sont des mots inventés (ex: mardin, fudion).

Il est à noter que les mots réguliers peuvent être lus par le biais des deux voies.

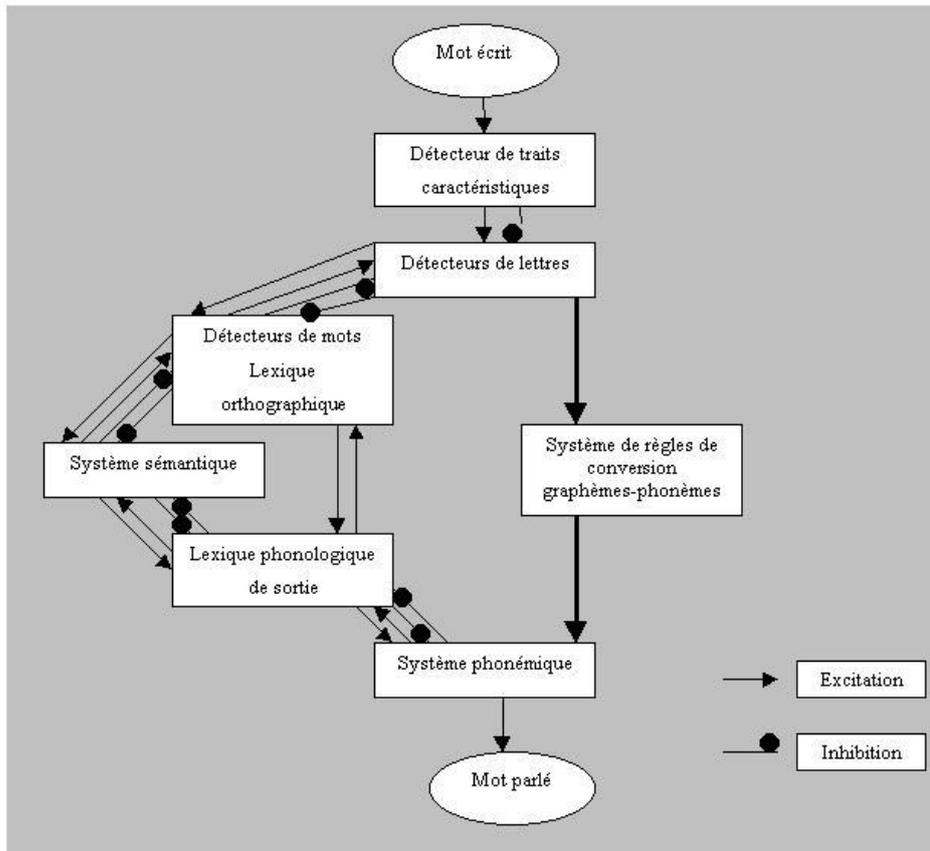


Figure 2 : Modèle de la "DRC" par Coltheart et al., 2001

3.2. Le modèle en triangle de Seidenberg et Mc Clelland (1989)

Le modèle à Traitement Parallèle Distribué (i.e., Parallel Distributed Processing, *PDP*, Seidenberg & McClelland, 1989) est un modèle connexionniste dont l'architecture est inspirée de l'organisation triangulaire séparée des unités orthographiques, phonologiques et sémantiques, interconnectées. Il s'agit du premier modèle de lecture complet sans règles de conversion.

En effet, dans ce modèle, la reconnaissance des mots ne consiste pas à retrouver un mot stocké dans le lexique mental mais résulte de l'activation de différentes unités spécialisées dans le traitement orthographique, phonologique et sémantique. Toutes les connaissances sur le mot sont activées simultanément et de façon automatique. Reconnaître un mot signifie alors atteindre un certain état d'activation au sein du réseau connexionniste.

L'apprentissage au sein du réseau se fait par rétropropagation du gradient d'erreur. L'activation des unités correspondant aux lettres du mot sur la couche orthographique d'entrée conduit à générer un pattern d'activation sur la couche phonologique qui est ensuite comparé au pattern attendu. Les poids des connexions sont ensuite modifiés sur l'ensemble du réseau de façon à réduire l'écart entre la sortie phonologique générée par le réseau et la réponse attendue. Progressivement, le réseau apprend les régularités statistiques de la langue et est capable sur cette base de traiter les mots nouveaux, sans utiliser de règles explicitement stockées.

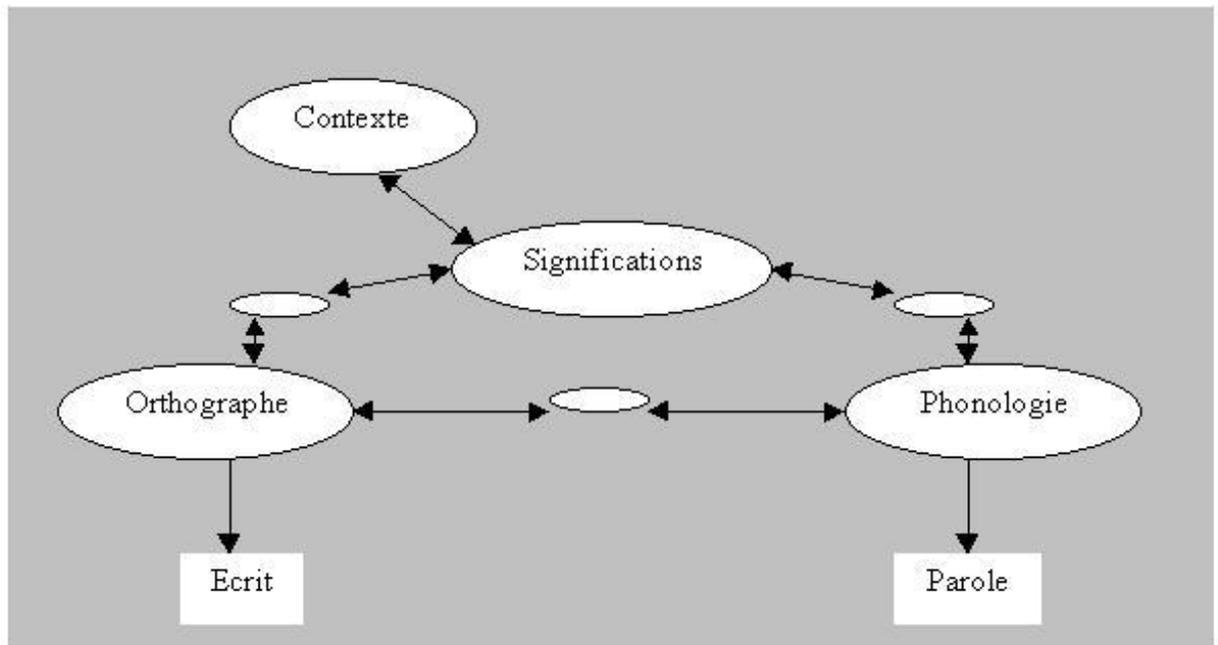


Figure 3 : Modèle en triangle de Seidenberg et Mc Clelland (1989)

Cependant et malgré leur aptitude à rendre compte d'un grand nombre de faits expérimentaux, ces modèles sont restés limités à la lecture de mots monosyllabiques et n'ont pas démontré de façon convaincante leur capacité à rendre compte de l'apprentissage de la lecture (Valdois, Ans & Carbonnel, 2008).

3.3. Le modèle connexionniste Multi-Trace Memory (ou modèle MTM)

Implémenté sous la forme d'un réseau connexionniste, le modèle multi-traces de lecture de mots polysyllabiques – modèle MTM (Ans, Carbonnel & Valdois 1998) permet de simuler la lecture experte et les différentes formes de dyslexies acquises.

Il postule l'existence de processus visuo-attentionnels impliqués dans le cadre de la lecture et précise comment ils peuvent conduire à des troubles spécifiques de lecture lorsqu'ils sont endommagés.

Le modèle (cf. figure 4) se base sur l'existence de deux procédures de lecture. L'une globale assurant la lecture des mots familiers, l'autre analytique permettant le traitement des mots non familiers, après échec du mode global. Les deux procédures de lecture diffèrent quant à la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle et quant à l'implication de la mémoire à court-terme phonologique.

Une des apports principaux du modèle est de postuler l'existence d'un nouveau composant, la fenêtre visuo-attentionnelle (VA) (Valdois, Bosse et Tainturier, 2004). Cette fenêtre visuo-attentionnelle joue un rôle central en lecture dans la mesure où c'est elle qui détermine la quantité d'éléments visuels distincts pouvant être traités en parallèle. Lors d'une procédure de lecture globale, la fenêtre visuo-attentionnelle est étendue à l'ensemble du mot. L'ensemble des lettres du mot est traité simultanément en une seule capture visuo-attentionnelle. Le pattern orthographique d'entrée va conduire à activer l'ensemble des traces-mots précédemment mémorisées ce qui va permettre de générer le pattern phonologique correspondant à cette entrée. Cette procédure va donc essentiellement permettre de traiter des mots familiers qui seront ainsi rapidement analysés.

Lorsque le traitement porte sur un mot nouveau ou un pseudo-mot, celui-ci est toujours initié en mode global mais le traitement échoue généralement et le système bascule alors en mode analytique. Dans ce mode, la fenêtre visuo-attentionnelle se réduit pour une analyse sérielle de chaque partie du mot, avec cadrage sur les unités sub-lexicales que sont les graphèmes ou les syllabes jusqu'à traiter l'ensemble de la séquence (ex: locomotive, **LO**comotive ⇒ lo**CO**motive ⇒ loco**MOT**ive ⇒ lomo**TI**ve ⇒ locomoti**VE**). Les différentes unités phonologiques activées en sortie sont ensuite assemblées pour que le mot entier soit lu.

Le traitement des mots familiers active donc une fenêtre visuo-attentionnelle de plus grande amplitude que le traitement des mots nouveaux. Les auteurs font l'hypothèse qu'un trouble développemental au niveau de la fenêtre visuo-attentionnelle pourra altérer d'abord et de façon majeure la procédure globale. En effet, une réduction du nombre de lettres traitées en parallèle va empêcher la reconnaissance de la forme orthographique globale du mot. Dans ce cas, la performance du réseau est plus fortement altérée pour les mots irréguliers, dont la lecture est en général erronée et donne lieu à des erreurs de régularisation, que pour les mots réguliers qui sont correctement décodés mais en un temps exagérément long.

Les auteurs ont par ailleurs observé qu'une réduction sévère de la fenêtre visuo-attentionnelle conduisait à étendre le déficit aux pseudo-mots. En effet, les pseudo-mots

requièrent une fenêtre visuo-attentionnelle suffisamment large pour pouvoir identifier les unités sublexicales pertinentes dans la langue, parfois composées de trois ou quatre lettres. Une forte réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle peut ainsi avoir pour conséquence de ne pas pouvoir traiter correctement les syllabes ou les graphèmes composés de plusieurs lettres.

Les deux procédures de lecture diffèrent également quant à l'implication de la mémoire à court terme phonologique. Les informations phonologiques générées sont en effet maintenues en mémoire à court terme au sein du buffer phonémique jusqu'à leur production articulatoire. En mode global, la forme phonologique correspondant à la séquence orthographique du mot est générée en une seule étape. La mémoire à court terme verbale est alors peu mobilisée. En revanche, plusieurs étapes ou captures visuelles sont nécessaires en mode analytique. Les unités phonologiques successivement générées devront être maintenues en mémoire à court terme de façon à obtenir, après fusion, la forme phonologique correspondant à l'ensemble de la séquence lue. Les auteurs en concluent qu'un déficit de la mémoire verbale à court terme aura un plus fort impact sur le mode analytique de lecture que sur le mode global.

Un autre enseignement de cette étude a été de montrer que les composants phonologiques et visuo-attentionnels du réseau sont relativement indépendants. Ainsi, une réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle ne modifie en rien l'efficacité des traitements phonologiques du réseau et, inversement, une "lésion" des composants phonologiques du réseau n'a aucun impact sur le fonctionnement de la fenêtre visuo-attentionnelle.

Le modèle conduit donc à faire l'hypothèse, au niveau développemental (Valdois et *al.*, 2004), qu'un trouble affectant le traitement visuo-attentionnel de la séquence à lire devrait être à l'origine de certaines formes de dyslexies et s'observer indépendamment de tout trouble associé de traitement phonologique. La notion d'empan visuo-attentionnel renvoie à la fenêtre visuo-attentionnelle postulée au niveau théorique.

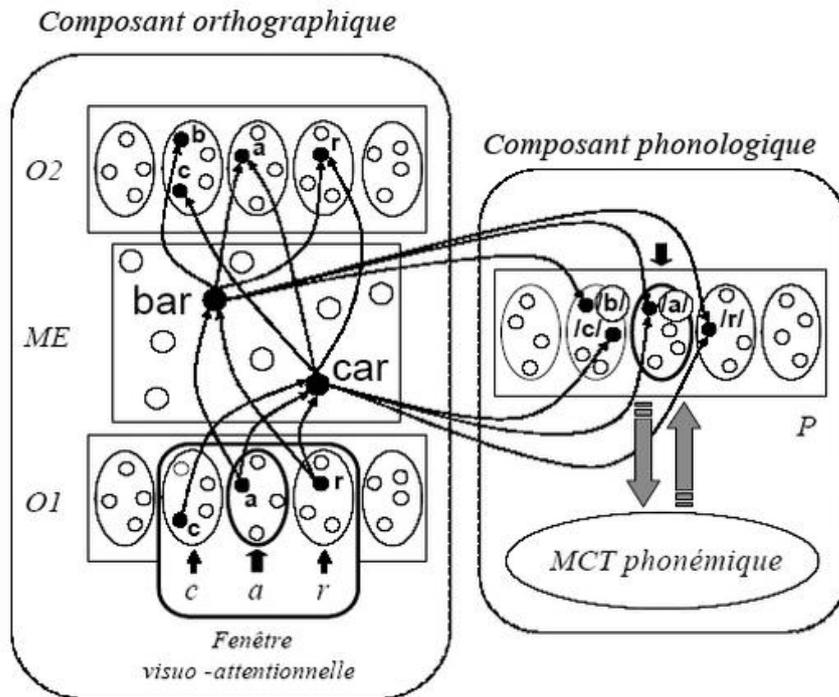


Figure 4 : Architecture du modèle connexionniste multi-trace de lecture (Ans et al., 1998)

O1 = couche orthographique d'entrée, O2 = couche orthographique de sortie, ME = mémoire épisodique, P = couche phonologique de sortie, VAW = fenêtre visuo-attentionnelle. Les unités de O1 situées à l'intérieur de la fenêtre visuo-attentionnelle sont toutes activées de manière équivalente. Elles sont reliées à toutes les unités en ME, elles-mêmes reliées à toutes les unités en P et en O2 ; les connexions sont symbolisées par les flèches noires, plus elles sont épaisses, plus le poids synaptique est proche de 1. La double flèche représente la procédure de comparaison qui a lieu entre le lexique orthographique issu de O2 et le pattern d'activation issu de O1.

Dans le cas du mot « CAR » illustré ici, la fenêtre cadre sur l'ensemble des lettres du mot de sorte à activer l'ensemble des connaissances préalablement mémorisées sur les mots au sein de la mémoire épisodique (ME). La synthèse des connaissances mémorisées sur les mots (au sein de ME) conduit à générer des activations sur les couches orthographique (O2) et phonologique (P) du réseau. Ces activations mettent fréquemment en compétition plusieurs lettres ou plusieurs phonèmes (ici B et C en position initiale), du fait de l'activation de mots proches concurrents. La compétition conduit à l'activation maximale d'un élément unique par position. La séquence phonémique qui en résulte est alors maintenue en mémoire à court terme (MCT) jusqu'à prononciation.

Pour résumer, deux éléments essentiels à l'apprentissage des connaissances lexicales orthographiques sont suggérés dans différents modèles théoriques de lecture. Le premier est le traitement visuel en parallèle de l'ensemble des lettres du mot (implémenté dans MTM par la fenêtre visuo-attentionnelle). Le second est la nécessité d'un apport simultané de l'information orthographique et de l'information phonologique correspondante. Le modèle implémenté de MTM est le seul qui, notamment par l'application de ces deux principes, peut mémoriser l'orthographe des mots français monosyllabiques et polysyllabiques.

Cependant, l'apprentissage de la lecture n'est possible que si certaines compétences cognitives sont déjà en place dès le plus jeune âge.

4. Les pré-requis à la lecture

Les recherches effectuées ces dernières années en neuropsychologie ont permis d'identifier un certain nombre de compétences nécessaires à l'établissement du système cognitif de lecture ou du moins à faciliter l'apprentissage de la lecture. Ces compétences, fréquemment limitées ou déficitaires chez les enfants dyslexiques, sont utilisées comme critères de dépistage précoce.

4.1. La conscience phonologique

La conscience phonologique, capacité à identifier et manipuler les unités sonores constituant les mots de la langue, est l'une des compétences les plus importantes à l'acquisition de la lecture (Gombert, 1992). En effet, l'utilisation de la correspondance entre lettres et sons dans l'identification des mots écrits suppose l'existence d'une capacité à identifier dans la parole les unités phonologiques à mettre en relation avec les unités visuelles perçues. Un bon niveau de conscience phonologique est donc nécessaire à la mise en place des procédures de conversion graphophonologique, utilisées dans la voie phonologique de lecture.

De nombreux auteurs (Content *et al.*, 1982, Lundberg *et al.*, 1987) ont démontré que le niveau de conscience phonologique de l'enfant pré-lecteur est le meilleur prédicteur de sa réussite ultérieure en lecture. De même, un entraînement des capacités métaphonologiques facilite et améliore l'acquisition de la lecture (Ehri *et al.*, 2001).

4.2. La maîtrise du langage oral

Les capacités de compréhension et de production du langage oral sont fortement corrélées à l'apprentissage de la lecture. En se référant au modèle de lecture de Coltheart *et al.*, on observe que plusieurs modules sont en place avant l'acquisition de l'écrit dans la procédure lexicale. Ainsi, le lexique phonologique et le système sémantique représentent la connaissance que l'enfant a des mots de sa langue orale et de leur signification. L'entrée dans l'écrit est simplifiée pour l'enfant qui dispose d'un bon niveau de vocabulaire et de maîtrise de la langue parlée. Il lui "suffira" de mettre en place le lexique orthographique. A l'inverse, un enfant ne disposant que d'un lexique oral pauvre sera d'autant plus en difficulté qu'il sera confronté à l'écrit à de mots qu'il ne connaît pas à l'oral. L'effort pour lui sera deux fois plus important dans la mesure où il devra acquérir simultanément les deux lexiques, oral et écrit, ainsi que leurs liens sémantiques.

4.3. La mémoire verbale à court-terme

La mémoire verbale temporaire permet de maintenir l'information durant le temps de l'articulation. Selon le modèle MTM vu précédemment, cette mémoire est peu sollicitée en mode de lecture global, le mot étant généré en une seule étape. En revanche,

le mode de lecture analytique sollicite davantage la mémoire verbale à court-terme. En effet, les informations phonologiques étant générées en plusieurs étapes, elles doivent être maintenues dans le buffer phonémique jusqu'à leur production articulatoire.

4.4. Le traitement visuo-attentionnel

La lecture nécessite des processus visuels qui peuvent affecter la performance s'ils ne sont pas en place.

La notion d'empan visuo-attentionnel (VA), proposée par Bosse, Tainturier et Valdois (2007) correspond à la quantité d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités parallèlement dans une configuration de plusieurs éléments. Dans le cadre de la lecture, il correspond à la quantité d'informations orthographiques distinctes pouvant être traitée en une seule fixation dans la séquence du mot.

Une récente étude transversale menée par Bosse et Valdois (2009) auprès de 417 enfants normo-lecteurs français scolarisés en primaire a cherché à mettre en avant le rôle de l'empan VA dans l'apprentissage de la lecture.

Les résultats ont révélé le fait que l'empan VA (dont la taille varie de deux à quatre lettres au début de l'apprentissage) contribue significativement et dès le début de l'alphabétisation, à l'acquisition de la lecture, indépendamment des processus phonologiques.

L'empan VA contribue à la lecture de tous les types de mots. Cependant, il semble contribuer plus fortement dans les premières années d'acquisition que dans les années supérieures, à la lecture de mots réguliers et de pseudo-mots. Du fait de son rôle dans la lecture des unités orthographiques sub-lexicales, les auteurs supposent ainsi que l'empan VA influence fortement la mise en place de la conversion grapho-phonologique.

A l'inverse, l'influence de l'empan VA reste forte tout au long de la scolarité pour la lecture de mots irréguliers.

Ces données suggèrent une implication spécifique et sur la durée des capacités de l'empan VA dans l'acquisition de la lecture, l'établissement et la consolidation des connaissances orthographiques spécifiques.

Par ailleurs, une diminution tangible de l'influence des capacités phonologiques a été observée après la première année d'alphabétisation. L'ensemble de ces résultats a mis en évidence que les capacités phonologiques et visuo-attentionnelles contribuent indépendamment et significativement aux compétences de lecture tout au long de l'acquisition de la lecture à l'école primaire.

Bosse (2004) a d'ailleurs montré une corrélation positive entre les capacités de traitement visuo-attentionnel d'enfants tout-venant de maternelle et l'étendue de leurs connaissances lexicales orthographiques quelques années plus tard.

II. Les dyslexies développementales

1. Définition du terme de dyslexie

D'une façon générale la dyslexie est définie comme un trouble de l'identification des mots écrits.

1.1. OMS : la CIM-10

L'Organisation Mondiale de La Santé (OMS) à travers la classification statistique internationale des maladies de 1989, la "CIM-10", décrit pour le Trouble spécifique de la lecture des critères diagnostiques adaptés à des âges différents.

"Présence soit de 1 soit de 2 :

1. La note obtenue à une épreuve standardisée d'exactitude ou de compréhension à la lecture se situe 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."

Tableau 1 : Critères diagnostiques du trouble spécifique de lecture selon CIM-10

1.2. DSM-IV

Dans le Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux, la dyslexie est classée parmi les "troubles spécifiques des apprentissages" qui englobent les troubles spécifiques de la lecture, des aptitudes mathématiques et de l'écriture.

Le critère du DSM-IV pour le trouble spécifique de la lecture est le suivant :

"Les réalisations en lecture (exactitude, rapidité ou compréhension), évaluées par des tests, sont nettement en 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."

En comparant ces deux classifications, l'on constate que la CIM-10 reconnaît qu'avec le temps le niveau de lecture peut s'améliorer et ne plus se situer à -2 écart-type (ET). Dans ce cas, les difficultés d'orthographe sont alors retenues comme informatives pour le diagnostic. Elle est aussi plus précise en donnant un critère en E.T. mais de ce fait

elle décide que seulement 2.5% des enfants seront considérés dyslexiques, ce qui est extrêmement restrictif.

1.3. En synthèse...

La dyslexie développementale se définit comme un trouble spécifique, grave et persistant de l'apprentissage de la lecture, ne s'expliquant ni par un déficit sensoriel primaire (auditif ou visuel), ni par une faible efficacité intellectuelle ($QI > 90$), ni par un trouble neurologique ou psychiatrique. L'enfant doit par ailleurs évoluer dans un environnement socio-culturel normalement stimulant et avoir fréquenté régulièrement l'école.

Le diagnostic est posé à partir d'un retard significatif de lecture d'au moins 18 mois par rapport à son âge réel, pour un enfant de 8 à 12 ans, mesuré à l'aide de tests étalonnés et standardisés passés de manière individuelle.

Enfin, les difficultés en lecture doivent perturber de façon significative la réussite scolaire ou les activités de la vie courante faisant appel à la lecture.

Critchley (1976) y a ajouté les critères positifs suivants : persistance à long terme, habituellement jusqu'à l'âge adulte, en particulier pour la dysorthographe qui l'accompagne. Il note également une prédominance chez les garçons, une incidence familiale ainsi qu'une nature spécifique des erreurs.

2. Données de prévalence

Les langues ont des systèmes d'écriture différents, et même si la plupart d'entre elles utilisent le script alphabétique, le degré de régularité phonique varie selon les langues. Selon le rapport d'expertise de l'INSERM sur la dyslexie (2007), les variations dans les chiffres de prévalence sur la dyslexie d'un pays à l'autre sont dues au degré de transparence de l'orthographe de chaque langue, ainsi qu'aux critères de sélection ou d'exclusion qui peuvent varier d'un auteur à l'autre.

Les troubles des apprentissages, en particulier de la dyslexie, ont été étudiés principalement dans les pays anglo-saxons. Pour la langue anglaise, compte-tenu des différentes définitions possibles, la prévalence de la dyslexie varie, selon les études de 2,3 % à 12 % ou plus. Citons les Etats-Unis, où Badian (1999) trouve un taux de prévalence de la dyslexie de 2,7 % et Shaywitz (1995) de 7,5 %.

En Grande-Bretagne, Rodgers (1983) met en évidence une prévalence de la dyslexie des enfants de 10 ans de 2,3 %, tandis que Yule et coll. (1974) ont trouvé une prévalence de 9,3 % à Londres.

En France, en l'absence de données épidémiologiques fondées sur des cohortes d'enfants de l'envergure des cohortes anglophones (Rodgers, 1983), les données disponibles suggèrent que la proportion d'enfants présentant une dyslexie avérée ne diffère pas de celle des pays anglophones.

La dyslexie de développement toucherait entre 5 % et 8 % des enfants d'âge scolaire (Sprenger-Charolles & Colé, 2003).

3. Classification des dyslexies développementales

L'apport des modèles théoriques de la lecture émanant de la neuropsychologie de l'adulte et l'observation des difficultés des patients dont le langage écrit a été altéré à la suite d'atteintes cérébrales a donné lieu à une classification des dyslexies.

La symptomatologie observée chez ces patients adultes a permis de distinguer les dyslexies périphériques, des dyslexies centrales, qui relèvent d'un déficit spécifiquement linguistique (Brun, Cheminal, 2002).

3.1. Les dyslexies périphériques

Ces formes de dyslexies seraient liées à un déficit du traitement visuel.

3.1.1. L'alexie agnosique ou lecture lettre à lettre

Elle se traduit par une altération de la forme visuelle du mot et contraint le patient à déchiffrer chaque lettre du mot afin d'accéder à son sens. Il n'y a pas de description de cette forme de dyslexie chez l'enfant en l'absence de lésion cérébrale.

3.1.2. La dyslexie par négligence

Elle se caractérise par des erreurs portant systématiquement sur une portion donnée du mot, par exemple sa partie gauche. Une étude de cas de dyslexie par négligence a été décrite en contexte développemental (Friedmann & Nachman-Katz, 2004).

3.2. Les dyslexies centrales

Les ouvrages de référence sur les dyslexies distinguent notamment les "dyslexies phonologiques" des "dyslexies de surface" (Rapport d'expertise INSERM, 2007). Ces formes de dyslexies correspondent à des profils de lecture différents.

3.2.1. La dyslexie phonologique

La dyslexie phonologique, largement décrite dans la littérature, se caractérise dans sa forme pure par une défaillance de la voie d'assemblage rendant la conversion grapho-phonémique très difficile, alors que la voie d'adressage est préservée. Elle se caractérise par une atteinte sélective de la lecture de pseudo-mots, des mots inconnus ou peu

familiers avec des performances anormalement faibles et/ou des temps de lecture exagérément longs.

Au niveau qualitatif, on observe des erreurs de lexicalisation, c'est-à-dire la production d'un mot phonologiquement ou visuellement proche (e.g. "prince" lu "pince"), des paralexies phonémiques i.e. la production d'un autre non-mot par omission, addition, substitution, inversion de phonèmes (e.g. "gordone" sera lu "cordone") et des paralexies visuelles avec la production d'un mot visuellement proche à la place du mot cible (e.g. "escale" sera lu "escalade").

L'enfant dyslexique phonologique présente des difficultés similaires en écriture sous dictée avec des difficultés marquées en dictée de pseudo-mots et de meilleures performances en dictée de mots, réguliers ou irréguliers. Les erreurs produites en dictée de mots ne respectent pas souvent la forme sonore du mot (par exemple, "garçon" devient "carson", "moutarde" devient "noutrade"...).

Ces difficultés s'accompagnent à l'écrit d'une dysorthographe phonologique avec des grandes difficultés à transcrire des pseudo-mots, avec des omissions, adjonctions et substitution de graphèmes et confusions phonologiques (e.g.: sourdes/sonores : /p//b/, /k//g/, /t//d/, /f//v/,...). Les productions écrites sont souvent "non phonologiquement plausibles", c'est-à-dire que le mot écrit ne se prononce pas comme le mot qui a été dicté. (par exemple, "vigne" sera écrit "ving", "globule" sera écrit "clobule").

Ces enfants ont très fréquemment des troubles du langage oral associé (Snowling & Hume, 1989), de discrimination phonémique (Masterson et al, 1995) et de mémoire verbale à court terme. Enfin, c'est le plus souvent un trouble massif de la conscience phonologique (Snowling *et al*, 1986 ; Valdois, 1993) qui permettra de typer la dyslexie.

Le degré de sévérité du trouble peut varier assez considérablement d'un enfant à l'autre et les formes "pures" sont relativement rares.

3.2.2. La dyslexie de surface

La dyslexie de surface représenterait, selon Morais (1994) 10 à 30% de la population dyslexique. Dans sa forme pure, elle se caractérise par une préservation relativement bonne de la procédure analytique et une défaillance de la procédure lexicale de lecture. Il n'y a donc pas constitution d'un stock orthographique suffisamment large pour permettre d'accéder à une lecture automatique.

Cela se traduit par une atteinte sélective de la lecture des mots irréguliers alors que la lecture des mots réguliers et des pseudo-mots est relativement préservée. L'enfant produit des erreurs fréquentes de régularisation en lecture de mots irréguliers par application stricte des règles de conversion grapho-phonémique ("faon" est lu [fɑ̃] , "monsieur" est lu [mɔ̃sjœr]). Des erreurs visuelles résultant de la confusion entre lettres proches (e.g., "jaloux" est lu "jalon", "lame" est lu "larme") ou des difficultés à coder l'ordre des lettres (e.g. "abranise" est lu "arbansié") sont également fréquemment produites.

Parallèlement, il présente des difficultés à traiter les groupes consonantiques et à appliquer les règles grapho-phonologiques pour les lettres dont la prononciation dépend

du contexte orthographique ("cercle" est lu "sersle" par substitution phonologique). De même, la pauvreté des connaissances orthographiques entraîne chez ces enfants des grosses difficultés à associer la définition exacte à un homophone hétérographe (*e.g.* Paume/Pomme, Taire/Terre). Enfin, les tâches de décision lexicale incluant des pseudo-homophones (*e.g.* aricau, jardain) sont très souvent échouées, les pseudo-homophones étant acceptés comme de vrais mots (Goulandris & Snowling, 1991 ; Hanley *et al.*, 1992).

L'enfant dyslexique de surface présente une dysorthographie associée de même type avec des difficultés plus variées en dictée de mots irréguliers et complexes qu'en dictée de mots réguliers ou de pseudo-mots (Martinet & Valdois, 1999). Les productions écrites sont pour la plupart "phonologiquement plausibles", c'est-à-dire que le mot écrit par l'enfant se prononce comme le mot qui lui a été dicté mais sans prise en compte des particularités orthographiques (*e.g.* "haricot" écrit "aricau" ou "aquarium" écrit "acoiriome").

Ces enfants ne présentent pas de trouble associé du langage oral. Ils ont une bonne mémoire verbale à court terme suggérant l'existence de bonnes compétences phonologiques (Castles et Coltheart, 1996, Facoetti *et al.*, 2003, Valdois et Launay, 1999). Ils présentent par ailleurs des difficultés de traitement visuel qui se manifestent fréquemment par des difficultés à comparer des séquences de lettres ou à identifier des cibles parmi des distracteurs, qu'il s'agisse de matériel verbal ou non verbal. (Facoetti, Paganono, Turatto *et al.*, 2000 ; Marendaz, Valdois & Walch, 1996 ; Valdois, 1996 ; Valdois *et al.*, 2003).

Les formes "pures" de dyslexies de surface sont relativement rares en clinique. Ces enfants peuvent en effet également présenter de faibles performances en lecture de pseudo-mots lorsque les difficultés de traitement visuel sont importantes. C'est le plus souvent l'absence de trouble de la conscience phonologique, la présence de difficultés de traitement visuel et l'existence de dysorthographie massive touchant l'orthographe d'usage des mots qui amènent alors à poser un diagnostic de dyslexie de surface.

3.3. La dyslexie mixte

La dyslexie mixte, qui concernerait environ deux tiers des enfants (Castles et Coltheart, 1996) résulte d'une atteinte des deux voies de lecture : analytique et lexicale. Elle se caractérise par des types d'erreurs mixtes, associant un mauvais déchiffrage des graphèmes du fait d'une mauvaise conversion grapho-phonémique et des troubles de traitement visuo-attentionnel. L'enfant a souvent une compréhension en lecture très déficitaire.

Voyons maintenant, dans le cadre des dyslexies développementales, à quels dysfonctionnements cognitifs elles peuvent être attribuées.

III. Nature des dysfonctionnements cognitifs associés aux dyslexies développementales

1. L'hypothèse d'un trouble phonologique

L'un des principaux troubles reconnus à l'origine de la dyslexie développementale étant le trouble phonologique, la théorie phonologique s'est imposée comme la théorie classique de la dyslexie.

La place centrale de la phonologie dans l'explication de la réussite et de l'échec de l'apprentissage de la lecture est probablement due au fait que le langage écrit, dans l'histoire de l'humanité comme dans l'histoire individuelle se met en place après le langage oral. Dans un article intitulé "From language to reading and dyslexia", Snowling (2001) rend compte des fondements de la théorie phonologique expliquant que la dyslexie résulte d'un déficit au niveau des représentations des sons de la langue. La lecture nécessite en effet d'associer à un graphème le phonème qui lui correspond ; cette conversion requiert donc une identification des unités phonologiques de la langue. Un dysfonctionnement au niveau des représentations de ces unités va altérer le processus de conversion et donner lieu, en conséquence, à un trouble de la lecture.

Le déficit de la procédure phonologique de lecture se traduit par des performances particulièrement déficitaires dans la lecture de pseudo-mots, du fait que l'enfant ne peut s'aider du sens du mot pour compenser ses lacunes. Ce déficit s'exprime de façon plus visible dans les langues ayant une écriture peu transparente comme l'anglais et le français, comparativement à l'italien ou même l'allemand. Néanmoins, dans les langues dont l'orthographe est transparente par rapport à la langue orale, le déficit phonologique se traduit par une grande lenteur en lecture de pseudo-mots (Sprenger-Charolles et coll., 2000) signifiant que la lecture n'est pas automatisée.

1.1. Théorie phonologique "classique"

Selon la théorie phonologique "classique", le fait que les dyslexiques rencontrent des difficultés de mise en œuvre des correspondances grapho-phonémiques s'explique principalement par la déficience d'analyse phonémique mesurée à travers des épreuves métaphonologiques telle que le jugement de rimes, la segmentation phonémique, la suppression du premier phonème, la substitution de phonèmes, etc.

Un autre trait caractéristique est le déficit de mémoire à court terme phonologique (Snowling, 2000). Il est en effet fréquent qu'un dyslexique ne puisse répéter dans l'ordre une série de chiffres ou de syllabes (tâche d'empan) au-delà de quatre ou cinq, ce qui est inférieur à la performance normale. Si l'on se réfère au modèle de Baddeley (1992), ce trouble de la mémoire immédiate peut résulter soit d'un déficit attentionnel global, soit d'une altération de l'un des composants théorique de "la boucle phonologique" : la boucle

articulatoire par laquelle le sujet se répète mentalement le matériel à retenir, et le stock phonologique par lequel les traces sonores sont maintenues transitoirement en mémoire.

Enfin, on peut mettre en évidence, selon la théorie phonologique "classique" certaines anomalies dans le langage oral qui par ailleurs paraît strictement normal. Ces difficultés se traduisent par un manque de précision et surtout de rapidité d'accès au lexique oral. Elles sont testées à travers des épreuves de dénomination d'images d'objet ou de couleur (Bowers et Wolf, 1993 ; Wolf et Coll., 2000). Ainsi, l'enfant dyslexique pourra commettre quelques petites erreurs de déviation phonétique mais surtout des paraphrasies sémantiques prouvant des difficultés d'accès au lexique ou au sens du mot.

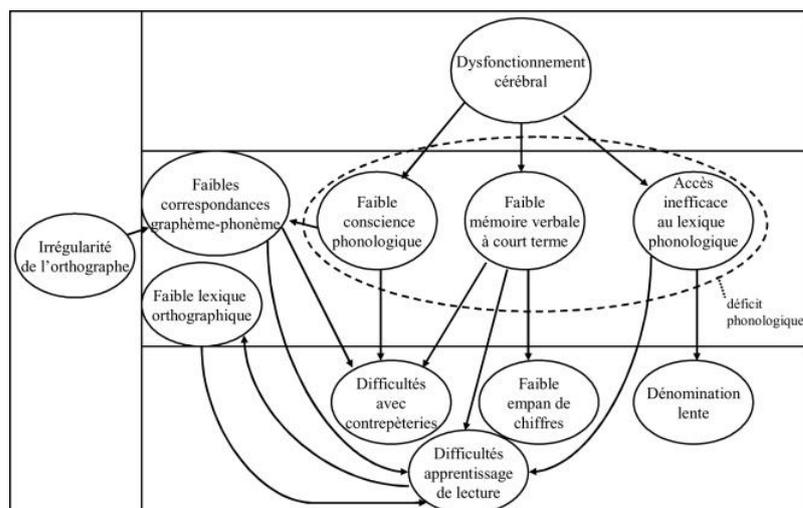


Figure 5 : Théorie phonologique classique – source INSERM, 2007

1.2. Troubles phonologiques et déficits de la perception auditive (trouble d'audition central)

1.2.1. Hypothèses d'un déficit du traitement temporel rapide

Le trouble phonologique observé pourrait aussi être la conséquence d'un dysfonctionnement plus primaire. Ainsi, certains auteurs (Habib, 2002 ; Tallal & Piercy, 1975) ont émis l'hypothèse qu'une déficience en traitement rapide en perception auditive, qu'il s'agisse de perception de langage ou non, serait à l'origine du déficit phonologique. Ce déficit affecterait le traitement des sons brefs et des transitions temporelles rapides entre ces sons.

Les premières études dans le domaine, menées par Tallal (Tallal et Piercy, 1973) portaient sur des sons non-verbaux et verbaux. L'enfant devait discriminer deux stimuli de type /ba/-/da/ et estimer dans quel ordre temporel les sons étaient émis. Selon cette étude, les difficultés proviendraient pour les enfants dyslexiques de leur incapacité à percevoir les variations rapides dans le signal de la parole, et en particulier les transitions de formant d'une durée de quinze millisecondes. En revanche, si la durée de chacun des stimuli est allongée, le déficit des dyslexiques disparaît, suggérant que leur cerveau serait

spécifiquement incapable de gérer une information composée d'éléments brefs et de haute séquentialité.

Cependant ces résultats ont été infirmés par de nombreux auteurs (Chiappe et coll., 2002 ; Ramus *et al.*, 2003 ; Rosen, 2003) qui soulignent que le déficit auditif ne paraît pas prévalent dans la dyslexie. Selon eux, il n'est probablement pas lié à des problèmes de traitement rapide et ne permet donc pas d'expliquer le déficit des compétences phonologiques des dyslexiques.

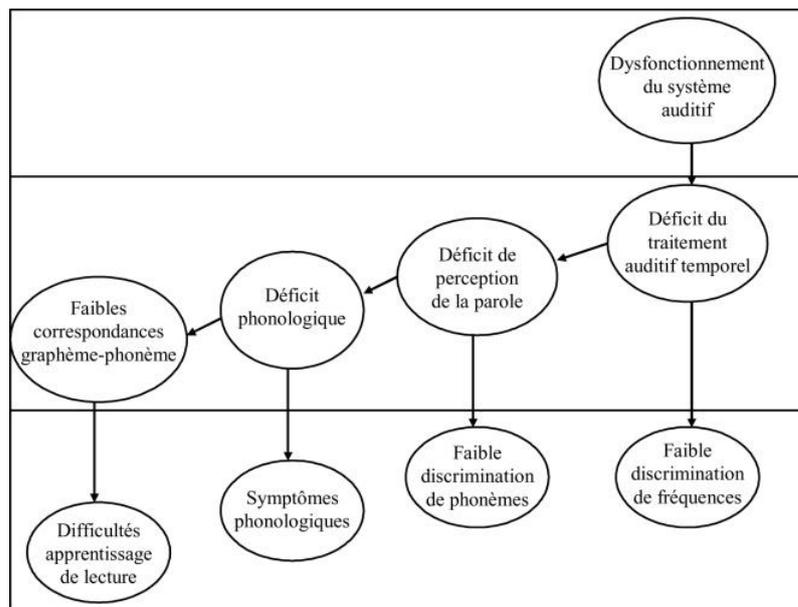


Figure 6 : Théorie du traitement auditif temporel – source INSERM, 2007

1.2.2. Nouvelle hypothèse d'un déficit de perception catégorielle

De nombreuses études, dont celles de W. Serniclaes (Serniclaes et coll., 2001) ont montré que les dyslexiques ont une perception moins catégorielle que les normo-lecteurs. Ce "déficit" est double, du fait qu'il se manifeste par une moins bonne discrimination des différences entre catégories (par exemple /ba/ et /da/) et par une meilleure distinction des différences intra-catégories (deux variants de /ba/ et deux variants de /da/). Ainsi, cette sensibilité accrue des dyslexiques aux composantes phonémiques entraîne la perception de traits non pertinents qui vont faire varier la prononciation d'un même phonème selon sa place dans le mot. Cette perception auditive dite "allophonique" peut largement entraver l'acquisition du langage écrit. En effet, la conversion graphème-phonème nécessite de disposer de catégories phonémiques bien spécifiées. Ce déficit pourrait ainsi rendre compte des difficultés des dyslexiques en manipulation de phonèmes lors des différentes épreuves métaphonologiques.

En outre, ce déficit pourrait expliquer les déficits de mémoire à court terme phonologique du fait du poids de stockage d'un répertoire phonologique élargi, allophonique plutôt que phonémique.

Enfin, l'apport de la neuro-imagerie a permis de révéler que les régions cérébrales impliquées dans le traitement phonologique (soit à gauche le gyrus frontal incluant l'aire de Broca et le gyrus supra-marginal) sont activées de façon atypique chez les sujets dyslexiques (Démonet *et al.*, 2004).

Tous ces résultats ont conduit à l'élaboration de l'hypothèse selon laquelle la dyslexie développementale résulte d'un déficit phonologique sous-jacent (Snowling, 2000 ; Vellutino *et al.*, 2004).

Cependant, l'hétérogénéité des formes de dyslexie avec notamment l'absence de trouble phonologique dans certains cas, voire même des performances supérieures dans ce domaine (Valdois *et al.* 2003) motive une conception pluraliste de la dyslexie.

D'autres recherches se sont alors penchées sur une hypothèse visuelle.

2. L'hypothèse d'un déficit de l'empan visuo-attentionnel

2.1. Historique

C'est dès 1896 que l'hypothèse de difficultés de traitement visuel comme cause explicative des troubles spécifiques d'apprentissage de la lecture a été proposée par Morgan puis par Hinshelwood (1917). Ils parlaient de "cécité verbale congénitale". De nombreuses études ont alors étayé l'hypothèse visuelle dans le courant du XXe siècle. Les plus récentes mettent en cause les processus visuels de bas niveau impliquant le système magnocellulaire (Lovegrove *et coll.*, 1986, Cornelissen *et coll.*, 1995) ou relèvent (Geiger *et al.* 1992., Rayner *et al.*, 1982 ; Nazir & Aghabadian, 2004, Lallier *et al.*, 2010) des perturbations de l'orientation de l'attention (désengagement, déplacement, et engagement attentionnel) chez les enfants dyslexiques. Cependant, ces hypothèses se heurtent au fait que ces perturbations ont été le plus souvent rencontrées en association avec des troubles auditifs. Le trouble phonologique est de ce fait considéré comme la cause proximale la plus plausible du trouble dyslexique (Valdois, 2008), les troubles décrits n'étant que secondaires.

Ce sont les travaux de Valdois *et al.* (2004) qui ont véritablement remis en cause la conception unitaire explicative des troubles cognitifs de la dyslexie développementale. En effet, leurs travaux suggèrent qu'une forme particulière de déficit visuo-attentionnel pourrait être associée à certaines dyslexies et s'observer indépendamment de toute atteinte phonologique.

2.2. Rappel de la définition de l'empan visuo-attentionnel

La notion d'empan visuo-attentionnel, introduite par Bosse, Tainturier et Valdois (2007) correspond à la quantité d'éléments distincts qui peuvent être traités parallèlement dans une configuration de plusieurs éléments. Dans le cadre de la lecture, elle correspond à la quantité d'informations orthographiques distinctes pouvant être traitée en une seule

fixation dans la séquence du mot. Cette notion est néanmoins plus large et concerne tant les lettres, que les chiffres (Hawelka et Wimmer, 2005) mais aussi les symboles (Lobier *et al.*, 2012). La définition d'empan VA est donc large et non spécifique à la lecture.

L'hypothèse d'un déficit de l'empan visuo-attentionnel est théoriquement fondée sur le modèle connexionniste multi-trace de Ans, Carbonel et Valdois (ACV 98) et renvoie plus particulièrement à la notion de fenêtre visuo-attentionnelle développée dans le modèle. Il s'agit d'une composante modulable qui permet d'extraire les informations orthographiques des mots à lire. La taille de l'empan visuo-attentionnel influera sur la voie de lecture utilisée.

2.3. Mesure de l'empan visuo-attentionnel au niveau comportemental

L'empan VA est mesuré par deux épreuves de report global et de report partiel (inspirées des travaux d'Averbach et Coriell, 1961) développées par Valdois, Ans, Carbonnel, 2007.

Les tâches de report consistent à présenter une séquence de cinq lettres très brièvement, soit pendant 200 ms, afin d'éviter tout mouvement oculaire et s'assurer ainsi que l'information visuelle a été captée en une seule fixation. En effet, bien qu'on puisse faire des saccades express en quelques millisecondes, on ne peut pas reprendre de l'information sur la séquence de lettres en un temps aussi court. La performance reflète donc bien ce que l'enfant est capable d'identifier en une seule fixation, ce qui correspond aux conditions de lecture normale.

Dans la tâche de report global, le sujet a pour consigne de reporter immédiatement toutes les lettres présentées dans la séquence, indépendamment de leur position. Le nombre de lettres correctement reportées permet d'estimer la taille de l'empan VA puisqu'il correspond au nombre de lettres extraites simultanément en une seule fixation.

Dans la tâche de report partiel, une seule lettre parmi les cinq présentées doit être reportée. Pour l'identifier, une barre verticale est présentée sous une des lettres après la présentation de la séquence sur une durée de 50 ms indiquant donc la lettre à reporter. Cette tâche permet d'observer la répartition de l'attention visuelle sur les lettres de la séquence à chaque fixation.

Néanmoins, en report partiel comme en report global la performance reflète la capacité à identifier l'ensemble des lettres de la séquence puisque l'enfant ne sait pas au moment de la présentation des 5 lettres laquelle devra finalement être rappelée.

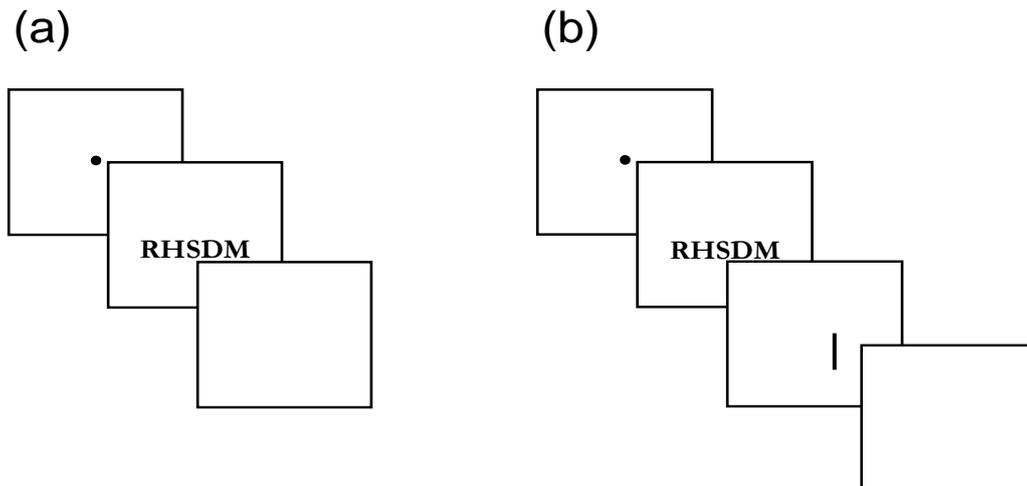


Figure 7 : Epreuve de report global (a) et de report partiel de lettres (b)

Source : A.N.A.E. n°96-97 janvier-avril 2008

Afin de s'assurer que la performance sur ces épreuves n'est pas le simple reflet de difficultés à traiter les lettres isolées, les épreuves de report global et partiel sont systématiquement accompagnées d'une épreuve de seuil d'identification de lettres isolées. On présente à l'écran des lettres isolées dont le temps de présentation varie entre 33ms et 100ms. La lettre est immédiatement suivie de la présentation d'un pattern (masque) qui arrête le traitement de sorte que l'on peut mesurer pour chaque enfant le temps minimal de présentation qui lui permet d'identifier au moins 80% des lettres présentées.

Le diagnostic de trouble de l'empan VA est posé seulement lorsque les performances sont anormalement faibles dans les tâches de report alors que le traitement de lettres isolées est préservé.

Enfin, les séquences ont été développées de façon à éliminer tout effet d'encombrement perceptif ("crowding" en anglais). On sait en effet depuis les années 1970 qu'il est plus difficile d'identifier une lettre lorsqu'elle est présentée entourée de deux lettres que lorsqu'elle est présentée seule. Ce phénomène d'encombrement perceptif est plus important chez les enfants dyslexiques et interfère avec les performances en lecture (Spinelli *et al.*, 2002 ; Martelli *et al.*, 2009). L'accroissement de l'espace entre les lettres permet de diminuer l'interférence des lettres voisines et améliore la lecture (Martelli *et al.*, 2009, Zorzi *et al.*, 2013). Les épreuves de report global et partiel présentent un espacement entre les lettres suffisant pour limiter, voir éliminer, tout effet de crowding. Ainsi, la performance mesurée reflète bien la capacité de l'enfant à traiter plusieurs lettres simultanément indépendamment des difficultés d'encombrement perceptif qu'il pourrait rencontrer par ailleurs.

2.4. Le trouble de l'empan VA est spécifique

L'étude de deux cas de dyslexies développementales ont permis à Valdois, Bosse, Ans *et al.* (2003) de démontrer que les déficits phonologiques et les déficits de l'empan visuo-attentionnel peuvent être dissociés dans la dyslexie.

En effet, les auteurs ont observé le cas d'un enfant, Laurent, ayant une dyslexie phonologique avec trouble de la conscience phonologique sans déficit visuo-attentionnel et, à l'inverse, le cas d'un enfant, Nicolas, ayant une dyslexie de surface avec déficit

2.5. de l'intégration en milieu scolaire

L'objectif est d'agir sur l'environnement de l'enfant dans le but de lui permettre l'accès aux connaissances malgré son trouble de lecture. S'inscrivent dans ce cadre les aménagements scolaires tels que la majoration du temps aux examens, la mise à disposition d'un texte sous forme audio, d'un ordinateur, etc... qui s'intègrent souvent dans des projets éducatifs personnalisés (PAI – Projet d'Accueil Individualisé ; PPS – Projet Personnalisé de Scolarisation) ainsi que les actions de guidance parentale.

2.6. Prise en charge des symptômes au niveau comportemental

La prise en charge peut également agir directement sur les symptômes. On entraîne directement l'activité de lecture dans le but d'automatiser certains de ces aspects. Ainsi, les moyens mnémotechniques visuo-attentionnel sans aucun trouble phonologique. Cette étude de cas prototypes a permis de conclure à une possible dissociation des déficits phonologique et visuo-attentionnel dans les dyslexies développementales.

Ces résultats ont été généralisés par une étude de groupe (Bosse, Tainturier & Valdois, 2007), menée auprès de 68 sujets francophones et anglophones, qui a permis de montrer que la plupart des enfants dyslexiques, soit plus de 60 %, présentait soit un trouble phonologique soit un trouble de l'empan VA.

En effet, l'étude francophone a mis en avant 4 sous-groupes : 19% présentaient un déficit phonologique, 44% un déficit de l'empan VA sans déficit phonologique associé, 15% un double déficit et 22% ne montraient aucun de deux troubles.

Les résultats de l'étude anglophone ont conforté ceux de l'étude francophone. La plupart des enfants dyslexiques présentaient soit un déficit phonologique sélectif (34.5 %) soit un déficit sélectif de l'empan VA (34.5 %). Seuls 7% des enfants présentaient un double déficit alors que 24% d'entre eux ne présentaient aucun des deux troubles.

Ces résultats viennent donc appuyer l'hypothèse selon laquelle le déficit de l'empan visuo-attentionnel est une alternative sérieuse au déficit phonologique comme origine d'un trouble dyslexique. Ce qui permet de postuler sur une origine multifactorielle de la dyslexie.

2.7. Le trouble de l'empan visuo-attentionnel est un trouble visuel

Les tâches de report impliquent pour le sujet testé de reporter verbalement le nom des lettres identifiées lors de la présentation de la séquence. On pourrait donc légitimement se demander dans quelle mesure la modalité orale utilisée influe sur les résultats obtenus.

Notons d'abord que la série de lettres est composée uniquement de consonnes, rendant la séquence imprononçable ce qui empêche tout effet de lexicalisation, et ne permet pas en conséquence d'activer des connaissances mémorisées. Elle ne renferme en outre ni bigramme fréquent (*e.g.*, BR, PL), ni sigle connu (*e.g.*, HLM, GDF), ni squelette

de mot. Le squelette d'un mot étant la séquence de consonnes qui le composent, comme CMPTR pour "compter" ou SRPNT pour "serpent". Il a en effet été montré que la présentation visuelle du squelette d'un mot permet d'activer sa séquence orthographique en mémoire (Peressotti et Grainger 1999).

Afin de s'assurer de la non-implication de la mémoire à court-terme verbale dans les résultats, Lassus-Sangosse *et al.* (2007) ont mis en avant, dans une étude, que le déficit de l'empan VA serait bien secondaire à une atteinte sélective du traitement simultané de l'information visuelle, à l'origine du trouble de l'empan VA, et non à un déficit de mémoire verbale à court terme. Une seconde étude a démontré que le déficit observé en situation de report global n'est pas attribuable à des difficultés de transcodage visuo-verbal. (Valdois, Lassus-Sangosse et Lobier, 2012).

De plus, si l'on compare les deux tâches de report, on remarque que la tâche de report partiel consiste au rappel d'une seule lettre, ce qui limite l'implication des processus verbaux. Or, une étude de Bosse (Bosse *et al.*, 2007) montre que les performances dans les épreuves de report partiel sont fortement corrélées aux performances des épreuves de report global, les deux tâches étant pareillement déficitaires chez les enfants dyslexiques avec trouble de l'empan VA.

Ainsi, les tâches de report, bien que mettant en jeu des processus verbaux, reflètent, à travers leurs résultats, essentiellement des processus visuo-attentionnels.

De la même façon, nous pouvons nous interroger sur l'implication des processus mnésiques dans les troubles visuo-attentionnels identifiés chez les sujets dyslexiques.

Selon Bosse *et al.*, 2007, les faibles performances des sujets dyslexiques ne semblent pas imputables à un déficit mnésique visuel étant donné la forte corrélation des performances dans les tâches de report global et de report partiel.

L'ensemble de ces recherches montre assez clairement que les performances sur les épreuves de report global ne sont pas sensibles à la charge en mémoire à court terme verbale et ne dépendent pas d'un recodage verbal de l'information visuelle présentée. Des performances déficitaires sont en outre observées dans des épreuves non verbales, que le matériel à traiter soit de nature verbale ou non, pour autant que la tâche requière le traitement simultané de plusieurs éléments. Aucun des résultats obtenus ne permet donc d'étayer l'hypothèse selon laquelle les difficultés sur les épreuves de report auraient une origine phonologique.

2.8. Conséquences d'un trouble de l'empan VA sur la lecture et l'écriture

Afin de conforter l'hypothèse de l'empan visuo-attentionnel comme déficit dans la dyslexie développementale, des études ont tenté de démontrer les conséquences d'un trouble de l'empan VA sur la lecture et l'écriture.

Cette hypothèse a été induite dans le modèle théorique MTM (Ans, Carbonnel & Valdois 1998) qui décrit comment un trouble de l'empan VA peut entraîner un trouble spécifique de la lecture.

Dans un premier temps, l'apprentissage de la lecture a essentiellement recours à la procédure analytique lettre par lettre (Valdois *et al.*, 2004). Les premiers mots étudiés mettent en jeu des mots simples constitués de syllabes dites archaïques de type consonne-voyelle dans lesquelles chaque lettre est associée à un seul phonème. Par exemple, papa se lit /p//a/ =>/pa/ /p//a/ =>/pa/ ➔ /papa/. Un empan limité suffit à cette étape.

Puis, les graphies se complexifient avec les digrammes (ch, on, etc.) ou les trigrammes (oeu, ain, etc.) qui nécessitent un empan VA plus large, permettant de distribuer l'attention simultanément sur toutes les lettres du graphème complexe. L'empan VA joue donc un rôle critique dans l'apprentissage de la lecture (Bosse et Valdois, 2009).

Une réduction modérée de l'empan affectera donc la lecture simultanée de toutes les lettres d'un mot et impactera prioritairement la lecture de mots réguliers (vitesse de lecture réduite) et de mots irréguliers (erreurs de lecture et vitesse réduite) (Valdois *et al.*, 2003). Mais une réduction sévère de l'empan visuo-attentionnel affectera la lecture de syllabes ou de graphèmes complexes, affectant alors non seulement la lecture de mots mais aussi la lecture de pseudo-mots (Valdois *et al.*, 2011).

Il n'y a donc pas de correspondance univoque entre trouble cognitif et profil de lecture. En effet, des performances réduites en lecture de pseudo-mots peuvent être causées par des troubles sous-jacents de nature phonologiques et/ou de l'empan visuo-attentionnel. Donc, si l'analyse des procédures de lecture chez l'enfant dyslexique permet d'évaluer les déficits comportementaux en lecture, elle ne permet pas aisément d'en déduire la nature des déficits sous-jacents.

Concernant l'écriture, notons que les enfants ayant un profil de dyslexie avec troubles visuo-attentionnels rencontrent des difficultés majeures dans les tâches de copie, qu'il s'agisse de la copie d'un texte à partir d'un livre ou d'un texte écrit au tableau. Du fait du trouble cognitif sous-jacent, l'enfant traite généralement le mot de façon partielle, ce qui l'oblige à effectuer plus de retours visuels qu'un normo-lecteur, provoquant ainsi l'échec dans cette tâche (Valdois, 2004).

2.9. Corrélats neurobiologiques

Selon Utah Frith (1997), il faut distinguer trois niveaux de description du trouble dyslexique. Celui-ci se manifeste d'abord au niveau comportemental par des difficultés spécifiques d'apprentissage de la lecture. Le second niveau de description est cognitif. Le trouble de la lecture est associé au dysfonctionnement d'un composant cognitif. Le troisième niveau est neurobiologique : le trouble cognitif est associé au fonctionnement atypique de certaines régions corticales.

Des études ont ainsi tenté d'identifier des corrélats neuro-anatomiques de l'empan VA au moyen de l'imagerie cérébrale fonctionnelle dans le but d'étayer l'hypothèse visuo-attentionnelle.

Une première étude (Peyrin *et al.*-soumis) a porté sur des adultes normo lecteurs afin d'investiguer les régions cérébrales impliquées dans deux tâches visuo-attentionnelles (détection de lettres enchâssées et report de lettres). Les résultats montrent que les deux

épreuves provoquent de fortes activations au niveau du lobule pariétal supérieur gauche et du gyrus angulaire occipito-temporal moyen gauche.

Une seconde étude (Peyrin, Lallier et Valdois, 2008) a comparé sous IRMf les différences d'activation cérébrale entre une population dyslexique composée de 12 enfants et des sujets témoins (12 enfants également) lors d'une tâche d'EVA (report global). Au cours de la tâche, les activations cérébrales des sujets ont été enregistrées. Les résultats ont montré que chez le normo lecteur trois zones s'activent : le lobule pariétal supérieur (BA7) et inférieur (BA39/40) ainsi que le gyrus frontal inférieur/pré-moteur (BA44/6). En comparaison avec les normo lecteurs, les dyslexiques ont manifesté une activation réduite des régions pariétales bilatérales. Ils ont également présenté une hypo-activation du gyrus temporal inférieur gauche, connu comme l'aire de la forme visuelle du mot (VWFA).

Enfin, une dernière étude de deux cas (Peyrin, Lallier, Démonet *et al.*, 2012) a étudié les corrélats neurobiologiques de deux jeunes sujets dyslexiques aux profils cognitifs distincts. En effet, LL présente un trouble phonologique sans trouble des compétences visuo-attentionnelles, tandis que FG présente le profil cognitif inverse, à savoir un trouble de l'empan VA sans trouble phonologique.

Les deux sujets ont été soumis à une épreuve visuo-attentionnelle (lettres enchâssées) et phonologique (détection de rime) sous imagerie cérébrale fonctionnelle.

Lors de la tâche de détection de rimes, une hypo-activation des régions péri-sylviennes gauche, comprenant l'aire de Broca et le gyrus supramarginal est constatée chez LL qui présente une atteinte phonologique, mais pas chez FG qui ne présente pas de trouble phonologique.

En revanche, FG présente une hypo-activation des régions pariétales incluant les lobules pariétaux supérieurs dans l'épreuve des lettres enchâssées, alors que LL manifeste une activation de ces régions conforme à celle des témoins.

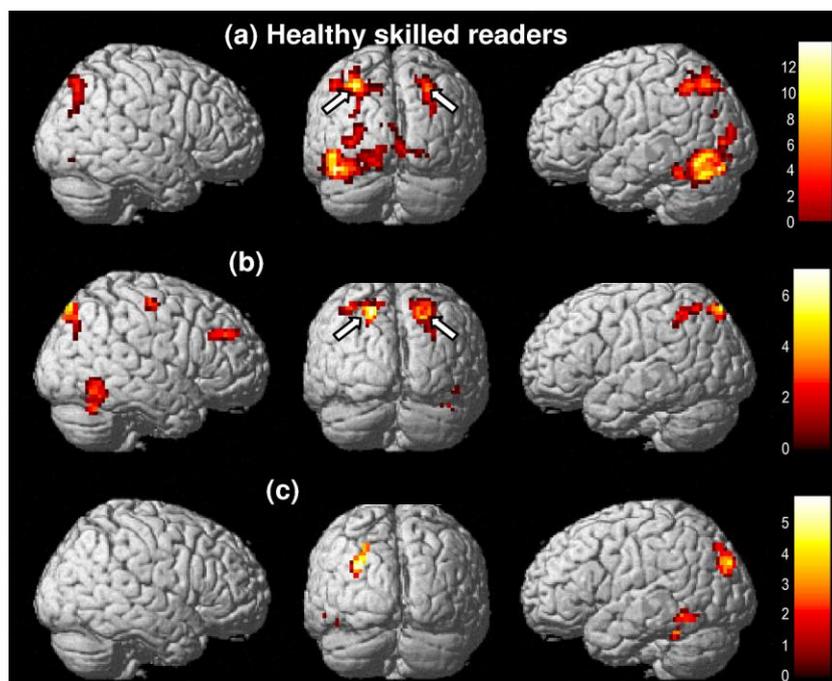


Figure 8 : Régions cérébrales activées chez LL (b), FG (c) et des sujets contrôle normo-lecteurs (a) lors de l'épreuve de lettres enchâssées.

Les flèches pointent vers le lobule pariétal supérieur bilatéralement chez les contrôles et chez LL.

Source A.N.A.E. N° 96-97

Cette étude confirme l'existence de troubles cognitifs distincts et dissociés dans la dyslexie développementale. De plus, des corrélats neurobiologiques correspondant aux capacités cognitives phonologiques et d'empan visuo-attentionnel semblent avoir été identifiés.

Ces travaux amènent donc à postuler l'existence d'une nouvelle forme de dyslexie, distincte de la forme phonologique classique et caractérisée par un trouble de l'empan VA. S.Valdois (2013) propose l'appellation "dyslexie par trouble de l'empan VA" pour désigner cette forme de dyslexie développementale.

Il est alors nécessaire que des remédiations spécifiques soient mises en place.

IV. Remédiation des troubles dyslexiques

La dyslexie n'est pas une fatalité ni une condamnation à perpétuité. Le développement du cerveau est en effet dicté autant par les gènes que par l'environnement dans lequel évolue le sujet. Certes, le cerveau peut avoir pâti d'anomalies de migrations neuronales affectant de toutes petites régions du cortex, elles-mêmes peut-être causées par la présence d'allèles de susceptibilité sur de multiples gènes, mais le cerveau est un organe faisant preuve d'une incroyable plasticité. Les interventions des professionnels de l'éducation et de la rééducation du langage peuvent agir en permettant à l'enfant de faire de nouveaux apprentissages qui permettront aux neurones de trouver des connexions redondantes et de nouveaux chemins vers un meilleur langage écrit.

Nous identifierons dans un premier temps les différents niveaux d'intervention possibles dans la prise en charge du trouble dyslexique. Nous nous intéresserons ensuite aux prises en charge rééducatives du trouble phonologique et du trouble de l'empan visuo-attentionnel. Nous nous interrogerons enfin sur l'efficacité des prises en charge, en abordant les critères d'évaluation des méthodes de rééducation, et les modalités de prise en charge.

1. Les différents niveaux d'intervention

Facilitation peuvent venir en appui de l'apprentissage de l'orthographe, ou la lecture répétée de mêmes textes dans le but d'agir sur la vitesse de lecture.

1.1. S'attaquer aux troubles cognitifs sous-jacents

Le travail de remédiation vise ici une amélioration des capacités sous-jacentes identifiées comme déficitaires, à savoir soit les capacités phonologiques, soit l'empan visuo-attentionnel, soit les deux. On attend alors une amélioration, des compétences cognitives ciblées mais aussi des performances de lecture.

Les procédures de lecture se développant grâce à des compétences phonologiques et d'empan visuo-attentionnel, l'intérêt de placer l'intervention au niveau des causes explicatives de la dyslexie est l'approche qui présente l'efficacité la plus durable.

2. Les outils de diagnostic du trouble phonologique ou de l'empan VA

Les orthophonistes disposent depuis de nombreuses années d'outils spécifiques permettant d'évaluer le niveau de compétence phonologique des enfants et ainsi de poser un diagnostic de trouble phonologique associé lorsque celui-ci est mis en évidence. L'absence de lien univoque entre déficit cognitif et profil de lecture évoqué précédemment impliquera pour le clinicien d'une part d'évaluer les procédures de lecture par le biais d'épreuves de lecture de mots (réguliers et irréguliers) et de pseudo-mots et d'autre part d'estimer le niveau de compétence phonologique de l'enfant par le biais d'épreuves spécifiques de conscience phonologique et de mémoire verbale à court-terme notamment. Ce sont ces dernières épreuves qui permettront de conclure à l'existence d'un trouble phonologique face à un faible niveau de performance en lecture.

L'outil EVADYS (Valdois, Guinet & Embs, 2014), diffusé très récemment, permet de mettre en évidence un éventuel trouble de l'empan VA.

Quelques précautions s'imposent cependant :

- Il faut s'assurer que l'acuité visuelle de l'enfant est normale ; c'est d'ailleurs une condition à remplir avant de parler de trouble dyslexique.
- Il faut demander un examen orthoptique permettant d'éliminer toute problématique oculomotrice indépendante de la lecture. Normalement, les épreuves d'empan VA ne mobilisent pas la motricité oculaire mais des troubles importants de la stabilité oculaire ou de la position des yeux (nystagmus par exemple) pendant la tâche pourraient interférer avec les performances.
- Le trouble de l'empan VA est spécifique de l'attention visuelle et ne s'inscrit pas dans le contexte d'un trouble plus général de l'attention avec ou sans hyperactivité. Il convient donc de s'assurer que l'enfant ne présente pas ce type de trouble associé ou qu'il suit un traitement approprié permettant d'en réduire la symptomatologie.

Il existe donc à présent des outils validés qui permettent d'identifier l'existence d'un trouble phonologique ou d'un trouble de l'empan VA chez chaque patient dyslexique.

3. Approches rééducatives du trouble phonologique

L'hypothèse d'un trouble sous-jacent des processus phonologiques est celle qui a donné lieu au plus grand nombre de recherches et a conduit à proposer de nouvelles approches rééducatives qui ont montré leur efficacité. Nous abordons ici certaines d'entre-elles

3.1. L'entraînement des capacités phonologiques

L'hypothèse phonologique implique des rééducations permettant d'améliorer les représentations phonologiques. Une méta-analyse effectuée aux Etats-Unis (Ehri *et al.*, 2001) a établi qu'un entraînement aux habiletés phonologiques a un impact positif sur la lecture analytique.

Les activités proposées reposent le plus souvent sur un entraînement explicite de la conscience phonologique à l'aide d'exercices oraux, informatiques ou multimodaux. Elles passent par l'identification et la manipulation consciente et volontaire d'unités phonologiques telles que les syllabes, les attaques, les rimes, les phonèmes à l'intérieur des mots parlés. Cet entraînement est d'autant plus efficace qu'il est initié précocement (Ball & Blachman, 1991) et qu'il est associé à un apprentissage des relations lettres-sons permettant à l'enfant de mettre en place son système phonologique.

Torgesen *et al.* (2001) ont fait une étude comparative de deux modes d'intervention phonologique en milieu scolaire (avec le soutien d'éducateurs), une méthode mettant plus l'accent sur les phonèmes que l'autre. Les résultats montrent que les performances augmentent nettement après l'entraînement, avec un petit avantage pour la méthode la plus explicite concernant les résultats en conscience phonologique. Ces résultats perdurent dans le temps. Qui plus est, l'étude souligne l'intérêt d'un entraînement intensif et approprié pour des enfants présentant des troubles sévères de lecture.

3.2. L'entraînement de la perception auditive

D'autres programmes existent, basés sur l'hypothèse d'un trouble du traitement temporel des éléments sonores de la parole. Une de ces méthodes, la méthode américaine FastForward® (Scientific Learning Corporation, 1997), en ralentissant les fragments brefs et significatifs du signal de parole, permettrait le renforcement des capacités phonétiques et de la conscience phonologique.

Adaptant cette méthode, l'équipe de Habib (Habib *et al.*, 2002) a créé un entraînement visant à la fois à améliorer la conscience phonologique et le jugement d'ordre temporel. Ce programme, qui consiste en 6 semaines d'entraînement intensif quotidien des compétences métaphonologiques en parole modifiée a permis chez des enfants dyslexiques phonologiques un accroissement des capacités phonologiques. Néanmoins, il n'y a pas eu de généralisation des progrès à la lecture (Strong, Torgerson & Hulme, 2011).

3.3. Entraînement audiovisuel à discrimination catégorielle auditive

Une étude basée sur les effets d'un entraînement audiovisuel basé sur la correspondance entre sons/syllabes entendues et leur version écrite a été menée par Ecalle et Magnan (2008). Cette méthode permettrait d'améliorer simultanément les processus acoustiques et phonologiques. Cet entraînement, utilisé en milieu scolaire ou dans la

famille de l'enfant, utilise un logiciel "Play On" (Danon-Boileau & Barbier, 2002) de discrimination auditive et visuelle de paires minimales telles que "ba" et "pa". L'étude a montré un effet clair de l'entraînement sur la lecture de mots isolés.

L'efficacité des entraînements phonologiques est à présent largement démontrée et les orthophonistes disposent d'outils variés pour entraîner ce type de déficit. Nous ne disposons pas du même recul pour les dyslexies par trouble de l'empan VA mais plusieurs recherches se sont néanmoins questionnées sur la prise en charge de ces troubles.

4. Approches rééducatives du trouble de l'empan visuo-attentionnel

Jusqu'à ce jour, aucun outil de remédiation scientifiquement validé et spécifique à l'empan VA n'a été proposé aux orthophonistes ou enseignants. En effet, s'il est à noter l'existence de logiciels de rééducation destinés à élargir l'empan VA dans le commerce, comme par exemple "Fenêtre Attentionnelle", élaboré par Baysset-Reyne, Métral et Pinazo en 2006, aucune étude n'a toutefois été effectuée sur ce logiciel permettant d'en prouver l'efficacité sur les traitements de l'empan VA et de la lecture.

Dans le cadre d'une recherche de Valdois et son équipe (Valdois *et al.*, 2013), le programme COREVA (Valdois, Bosse et Peyrin, soumis) de rééducation de l'empan visuo-attentionnel a récemment été proposé à MP, une enfant bilingue français-espagnol, ayant un déficit sévère de l'empan VA mais des compétences phonologiques intactes.

Ce programme intensif se déroule à domicile, sur deux périodes de 3 semaines, interrompues pendant deux semaines. L'enfant reçoit un entraînement 6 jours par semaine, avec des exercices administrés dans un ordre bien précis, à savoir un début d'entraînement sur un matériel non-verbal (dessins, formes, symboles) puis ensuite verbal (lettres), la progression incluant une augmentation progressive des éléments présentés (de 1 à 5). Les sessions d'entraînement durent 15 minutes, sous la supervision d'un des parents.

Les exercices se déroulent en modalité papier/crayon. Au total, 450 exercices sont proposés, incluant des exercices de recherche visuelle et de discrimination (retrouver la même forme parmi des distracteurs...), des tâches de correspondance visuelle (similitude ou pas entre deux formes, lettres...), et enfin, des tâches d'analyse visuelle (retrouver le trigramme "est" dans "casfinestcaletradeston"). Les stimuli sont essentiellement non verbaux en début d'entraînement, le pourcentage de stimuli verbaux augmente ensuite progressivement jusqu'à devenir majoritaire dans les dernières séances d'entraînement. La première semaine, l'enfant doit se focaliser sur des stimuli uniques, mais le traitement porte ensuite progressivement sur des séquences de 2, puis 3, puis 4, jusqu'à 5 éléments visuels à traiter simultanément.

A l'issue du programme de remédiation, les résultats en post-test ont montré une amélioration significative de l'empan VA, permettant à MP d'obtenir des scores dans la norme aux épreuves de report (précédemment pathologiques).

Cette amélioration du trouble cognitif sous-jacent a également eu un impact positif sur la lecture. Les performances se sont améliorées en lecture de mots (réguliers et irréguliers) et, dans une moindre mesure, dans la lecture de pseudo-mots, avec un impact plus fort en

français qu'en espagnol. La lecture de texte est également plus performante, tant en précision qu'en temps, dans les deux langues.

Ces résultats, bien que très encourageants, ne peuvent cependant pas être attribués à la seule amélioration de l'empan VA en l'absence de comparaison des résultats suite à entraînement avec un programme placebo.

5. L'efficacité des méthodes rééducatives

5.1. Critères dévaluation

Nous venons de voir l'extrême variété des méthodes de rééducation proposées dans la prise en charge de la dyslexie. Se pose donc la question de l'évaluation la plus objective possible de ces méthodes, notamment pour ce qui nous intéresse, des méthodes visant à l'amélioration du processus cognitif supposé déficitaire.

Lobier et Valdois (2009) ont proposé un ensemble de critères qui devraient être considérés dans le choix de toute méthode de rééducation afin de mieux en évaluer la crédibilité et le potentiel. Nous les présentons dans le tableau 2.

Critères d'évaluation d'une méthode de rééducation	
A.1	S'appuie-t-elle sur un cadre théorique précis ?
A.2	Propose-t-elle d'entraîner un processus cognitif précis en rapport avec le cadre théorique ?
A.3	La présence d'un déficit de ce processus cognitif a-t-elle été démontrée en contexte dyslexique ?
A.4	La méthode spécifie-t-elle à quel sous-type d'enfants dyslexiques elle s'applique ?
A.5	Dispose-t-on d'outils diagnostiques permettant de montrer, au niveau individuel, l'existence du déficit ciblé par la rééducation ?
A.6	La méthode a-t-elle fait l'objet de plusieurs évaluations, répondant à des critères scientifiques, qui démontrent son efficacité ?
A.7	Existe-t-il un lien explicite entre la fonction entraînée et l'activité de lecture ?

Tableau 2. Critères d'évaluation d'une méthode rééducative (source Lobier & Valdois, 2009)

5.2. Conditions et modalités de l'entraînement

Plusieurs ingrédients contribuent au succès d'une rééducation cognitive.

5.2.1. Proposer un entraînement intensif

La durée de l'effort et sa répartition en séances quotidiennes intensives répétées sur plusieurs semaines sont primordiaux. De nombreuses études mettent en effet en avant l'impact positif sur la plasticité cérébrale du travail répétitif d'une même tâche, entrecoupée de périodes de sommeil réparateur (Dehaene, 2007). L'entraînement cognitif s'appréhende comme l'entraînement d'un sportif de haut niveau !

Il est également primordial que l'enfant réussisse à mobiliser toute son attention lors de son entraînement et surtout qu'il éprouve du plaisir à s'exercer. En effet, il est établi que l'apprentissage est fortement influencé par l'état de vigilance et la motivation. Ces deux éléments influencent la fabrication de neuromédiateurs, notamment l'acétylcholine qui favoriserait la mémorisation. Des expériences menées sur des animaux l'ont clairement mis en évidence : une activité cognitive perceptive liée à une activation de neurones cholinergiques accroît de façon très significative la mobilisation du cortex (Kilgard & Merzenich, 1998). Selon les mêmes processus, chez l'enfant, le fait de mobiliser au mieux l'attention et les émotions optimisera les effets de l'apprentissage.

5.2.2. L'intérêt du travail sur logiciel

La rééducation sous forme de jeu par ordinateur a été proposée dès la fin des années 90 (Mezernich et coll., 1996) et présente de nombreux avantages. L'informatique exerce une forte attraction auprès du public, notamment des enfants et des jeunes. C'est un support naturel pour eux, faisant partie de leur environnement.

Elle permet par ailleurs de proposer des exercices ciblés que l'enfant peut faire chez lui, en autonomie, et à un rythme élevé, en complément d'un travail en cabinet avec l'orthophoniste qui sera consacré à des tâches où l'interaction humaine est plus indispensable.

La possibilité de proposer des logiciels de rééducations adaptatifs (Dehaene, 2007) qui peuvent prendre en compte ce que fait l'enfant à chaque clic de souris est un immense progrès. En effet, ces programmes ont la capacité de détecter le niveau de l'enfant et proposent en conséquence des exercices avec des niveaux de difficulté adaptés. Leur objectif est de se situer dans la "zone proximale" d'apprentissage, dénommée par le psychologue russe Lev Vigotsky, qui permet un apprentissage optimal. En effet, les exercices proposés sont suffisamment difficiles pour motiver l'enfant mais suffisamment faciles pour ne pas le décourager. Et cette zone évolue en permanence, au gré des progrès dans le temps mais aussi parfois des régressions que peut connaître l'enfant lors d'une séance.

5.2.3. Proposer des jeux attractifs, du type serious game

De façon générale, les effets positifs des jeux à entraîner les capacités attentionnelles ont été démontrés (Green et Bavelier, 2012). Un jeu sérieux (de l'anglais *serious game* : *serious*, « sérieux » et *game*, « jeu ») est un logiciel qui combine une intention « sérieuse » - de type pédagogique, informative, communicationnelle, idéologique ou d'entraînement - avec des ressorts ludiques. De manière synthétique, un jeu sérieux englobe tous les jeux vidéo qui s'écartent du seul divertissement.

En contexte dyslexique, Franceschini *et al.* (2013) ont montré l'effet d'entraînements, par le biais de jeux d'action, sur la lecture. Ils ont sélectionné certains mini-jeux des "lapins crépins" (Ubisoft) selon qu'ils répondaient à des critères de jeux d'action ou non. Dix participants dyslexiques de 7 à 13 ans étaient recrutés dans chaque groupe; ils étaient entraînés pendant 12 heures (9 sessions de 80 minutes par jour) avec des mini-jeux d'action, ou avec des mini-jeux de non-action. La comparaison pré-post entraînement des deux groupes d'enfants a mis en évidence des différences significatives selon le groupe, en faveur des enfants ayant joué aux jeux vidéo d'action. Ces enfants montraient non seulement une amélioration de leurs performances sur des épreuves attentionnelles mais également une lecture plus fluide suite à l'entraînement. Les enfants ayant été entraînés à des jeux de non-action ne montraient pas de différence significative dans la comparaison pré-post test. Les auteurs ont donc conclu que les jeux vidéo d'action sont efficaces pour améliorer le niveau de lecture des enfants dyslexiques. Les auteurs reconnaissent volontiers que la complexité des jeux proposés à l'entraînement ne permettait pas de cibler de façon précise les processus à l'origine des progrès observés et de fait, un accroissement de la vigilance ou de la prise de décision pour répondre pourraient être des facteurs confondus susceptibles de rendre également compte des résultats qu'ils ont obtenus.

Il est donc primordial de démontrer leur effet spécifique sur les traitements attentionnels impliqués en lecture avant de prôner l'utilisation de jeux vidéo d'action dans un but "rééducatif" (S.Valdois, 2014).

Par ailleurs, dans une optique rééducative basée sur des entraînements fréquents, il est primordial de retenir des jeux vidéo expurgés de toute violence et susceptibles d'entraîner très spécifiquement les processus attentionnels que l'on sait impliqués en lecture.

Cette revue de littérature a ainsi permis de montrer que :

- Des dysfonctionnements cognitifs ont été observés dans le cadre de la dyslexie développementale et pourraient expliquer en partie ce trouble de l'apprentissage du langage écrit.
- Deux dysfonctionnements sont notamment bien décrits et s'appuient sur des modèles théoriques solides : le trouble phonologique et le trouble de l'empan visuo-attentionnel.
- Ces déficits sont observés de façon isolée et en proportion importante.
- L'imagerie fonctionnelle a permis de situer les régions cérébrales impliquées dans le traitement phonologique et l'empan visuo-attentionnel chez le normo-lecteur. Ces régions sont différentes : région péri-sylvienne gauche pour le déficit phonologique, régions pariétales supérieures bilatérales pour l'empan visuo-attentionnel.
- Il n'existe pas de relation bi-univoque entre déficits cognitifs et profils de lecture.
- L'examen clinique doit inclure les outils appropriés pour poser un diagnostic de trouble phonologique ou de trouble de l'empan VA.
- Le diagnostic oriente la prise en charge.
- Un entraînement intensif des troubles cognitifs sous-jacents chez l'enfant normalise et compense les fonctions cérébrales déficitaires, grâce à la plasticité cérébrale.
- Il existe des outils validés pour entraîner soit les compétences phonologiques soit l'empan VA des enfants.
- Il n'existe pas à cette date de programme de remédiation informatisé validé traitant les troubles de l'empan visuo-attentionnel.

Notre étude aura donc pour objet de valider un outil informatique destiné à la remédiation des troubles de l'empan visuo-attentionnel de l'enfant dyslexique ; nous évaluerons le retentissement de ces progrès sur les compétences en lecture à l'aide des critères d'évaluation présentés dans la partie théorique.

Chapitre II

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

I. Problématique

Le déficit de conscience phonologique n'apparaît plus comme étant le seul trouble cognitif sous-jacent explicatif de la dyslexie développementale. En se basant sur le modèle théorique de lecture compétente MTM, nous envisageons au moins deux causes possibles à la dyslexie développementale : un trouble de l'empan VA et un trouble phonologique. Les compétences phonologiques et visuo-attentionnelles sont en effet toutes deux nécessaires à la lecture, leur atteinte constituant des facteurs indépendants sous-jacents permettant de caractériser la dyslexie de développement.

Nous avons vu qu'il existe différents moyens, au moins en partie efficaces, de remédier aux troubles dyslexiques. La littérature montre bien qu'un travail à forte composante phonologique apporte une amélioration du trouble sous-jacent phonologique et qu'il produit également des effets généralisés à la lecture et à la compréhension. Des publications récentes de travaux portant sur la rééducation du déficit de l'empan visuo-attentionnel montrent également des effets positifs. Ces effets demandent à être confirmés et généralisés.

Dans l'étude présentée ici, nous avons pour but de mesurer les effets d'une méthode d'entraînement informatisée, MAEVA, visant à remédier au trouble de l'empan visuo-attentionnel. Ce logiciel de remédiation a été élaboré au Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition de Grenoble, par Muriel Lobier et Julien Diard, sous la direction de Sylviane Valdois. Il propose un entraînement intensif ciblé sur le trouble cognitif sous-jacent, c'est-à-dire sur les capacités de traitement visuel simultané, par le biais d'exercices spécifiques. Nous analyserons l'efficacité de cet entraînement auprès d'une population d'enfants dyslexiques ayant un trouble de l'empan VA, à la fois sur le plan du déficit cognitif mais également au niveau de la lecture.

Un tel entraînement peut induire des effets secondaires tels que les effets de maturation – le cerveau de l'enfant mature au fil des semaines d'entraînement -, des effets placebo – effets psychologiques -, des effets de familiarité – l'enfant s'habitue aux tests proposés-, qui vont fausser l'analyse des résultats. Dans le but d'identifier ces effets secondaires, nous avons proposé à un second groupe d'enfants dyslexiques, appelé "groupe contrôle", un entraînement informatisé, selon le même protocole que celui utilisé avec le logiciel MAEVA. Mais cet entraînement n'était pas ciblé sur le trouble cognitif sous-jacent des enfants du groupe contrôle. Allait-il néanmoins permettre d'améliorer l'empan VA et la lecture ?

Notre recherche s'inscrit dans la continuité des travaux engagés à Grenoble sous la direction de Sylviane Valdois (Lobier, Valdois, Zoubrinetsky, 2012 ; Valdois *et al.*, 2013).

II. Hypothèse générale

Les troubles de l'empan visuo-attentionnel seraient liés à un déficit de traitement simultané des informations visuelles. Un entraînement régulier et intensif au moyen des exercices proposés par le logiciel adaptatif MAEVA devrait améliorer les capacités de traitement simultané des informations visuelles. Les capacités de l'empan VA en seraient ainsi augmentées ce qui aurait pour conséquence d'améliorer les performances en lecture chez les enfants dyslexiques ayant un déficit de l'empan VA. Cette amélioration des performances de l'empan VA et de la lecture devrait être durable.

Si cette hypothèse est validée, d'un point de vue clinique, nous pourrions conclure que MAEVA peut constituer une méthode de rééducation efficace et réduire le handicap des enfants dyslexiques.

D'un point de vue théorique, nous pourrions conclure que le trouble de l'empan VA est bien à l'origine de la dyslexie chez ces enfants, comme prédit par Bosse, Tainturier & Valdois (2007).

III. Hypothèses opérationnelles

Suite à la rééducation avec le logiciel MAEVA les performances du groupe d'enfants dyslexiques avec déficit de l'empan VA devraient s'améliorer significativement en post-test sur les épreuves mesurant spécifiquement ce déficit ainsi que sur les épreuves de lecture.

Si une amélioration est observée, nous pourrions conclure à l'amélioration des capacités de traitement simultané, c'est-à-dire à une augmentation de l'empan VA, qui permet d'améliorer les performances en lecture des enfants dyslexiques.

Si les performances d'un groupe d'enfants dyslexiques ne montrent que peu ou pas d'amélioration des performances sur les épreuves mesurant l'empan VA, suite à une rééducation ne ciblant pas leur trouble cognitif sous-jacent, nous pourrions alors conclure que les améliorations obtenues avec le logiciel MAEVA ne sont pas dues à un effet de maturation, de familiarité avec les stimuli ou à un effet placebo.

Si les performances du groupe d'enfants dyslexiques avec trouble de l'empan VA se maintiennent plus de six semaines après l'arrêt de la rééducation ciblée sur le trouble sous-jacent, nous pourrions en conclure que les effets de la rééducation MAEVA semblent durables.

Chapitre III

PARTIE EXPERIMENTALE

Notre protocole expérimental suit une démarche hypothético-déductive. Aussi, avons-nous utilisé des épreuves expérimentales desquelles résultent des données comportementales quantifiables qui nous permettront de tester nos hypothèses.

I. Protocole

1. Population

1.1. Recrutement

Le recrutement a débuté dès avril 2013, par l'intermédiaire d'orthophonistes exerçant en libéral dans la région niçoise et cannoise ainsi que dans l'arrière-pays niçois. Le CERTA (Centre Référent des Troubles des Apprentissages) de Nice a également mis à notre disposition ses dossiers patients. 31 enfants ont suivi le protocole de recrutement qui consistait à réaliser un bilan type d'une durée de passation d'1h30 à 2h selon les tests complémentaires nécessaires. 13 enfants, répondant à nos critères d'inclusion (détaillés ci-dessous), ont été retenus à l'issue de ce recrutement pour suivre le programme d'entraînement.

Sur les 13 enfants recrutés, l'un d'entre eux n'a pas été pris en compte dans l'analyse finale des données Son entraînement a en effet été interrompu en cours de protocole pour des raisons techniques (panne d'ordinateur).

Dans le but d'enrichir notre étude, nous avons intégré à l'étude actuelle d'autres sujets participant à la recherche conjointement menée à Grenoble par Rachel Zoubrinetsky, neuropsychologue au CRTLA de Grenoble et étudiante en thèse au LPNC.

Vingt enfants ont participé à cette étude au total. Dix enfants, dont les caractéristiques sont données dans le tableau 3, ont fait partie du groupe expérimental. Dix enfants ont fait partie d'un groupe contrôle, nous permettant de vérifier la validité de nos hypothèses.

1.2. Critères d'inclusion

Tous les sujets de l'étude devaient être âgés de 8 à 12 ans et répondre aux critères diagnostiques de la dyslexie de développement selon la définition exclusive adoptée par la classification CIM-10 des désordres mentaux et comportementaux (OMS, 1993).

Comme le montre le tableau 3, le trouble en lecture devait être avéré, avec un retard de lecture d'au moins 18 mois (Test de lecture "l'Alouette", Lefavrais, 1967). De même, un minimum de 4 mesures (score ou temps) échouées sur 12 en lecture d'items isolés, mots réguliers et irréguliers ou pseudo-mots (ODEDYS, Jaquier-Roux *et al.*, 2010) était requis.

Les enfants étaient tous unilingue et de langue maternelle française avec une intelligence moyenne ou supérieure, telle qu'évaluée par les sub-tests de la version française du WISC-IV (estimation du QI > 80, s'accordant aux critères de dyslexie définis dans le manuel de WISC-IV, Wechsler, 1996) ou, à défaut, par l'épreuve des Matrices de Raven (Raven, Court & Raven, 1998) avec un score supérieur au 25^e centile.

Les sujets ne présentaient aucune histoire de déficit auditif, de maladie neurologique, de trouble spécifique de l'attention et/ou hyperactivité (TDA-H), de désordre affectif, et avaient une vision normale ou corrigée (port de lunettes et/ou rééducation orthoptique terminée).

Enfants du groupe expérimental	Classe suivie	Age réel (mois)	Age lexique (mois)	Retard de lecture (mois)
ACA	5 ^{ème}	118	89	30
BLY	CM1	106	83	23
CFL	CE2	98	80	18
CPI	CM1	111	93	18
CZO	CM2	121	99	22
LCH	CE2	105	78	27
PAD	CE2	111	82	29
SAU	CM2	142	87	55
TNO	5 ^{ème}	143	92	51
JCL	CM2	143	84	59
Moyenne		120 (CM1 juillet)	87	33 (niveau CE1 octobre)

Tableau 3 : Classe, âge réel, âge lexique et retard de lecture en mois des 10 enfants du groupe expérimental (groupe 1)

1.3. Groupe expérimental et groupe contrôle

Tous les enfants faisant partie du groupe expérimental (groupe 1) avaient un trouble ou une faiblesse de nature visuo-attentionnelle identifié à partir des épreuves spécifiques (voir II.2). Leur score sur les épreuves mesurant l'empan VA était inférieur ou égal à (-1) écart-type. Ces épreuves sont détaillées dans la partie III ci-après.

Les enfants de ce groupe n'ont pas été recrutés sur le critère du trouble phonologique : certains avaient un trouble phonologique sous-jacent, d'autres pas.

Aucun enfant faisant partie du groupe contrôle (groupe 2) n'avait de déficit phonologique, identifié à partir des épreuves de métaphonologie.

Aucun enfant de ce groupe n'avait non plus de trouble visuo-attentionnel.

Les caractéristiques principales du groupe expérimental (groupe 1) et du groupe contrôle (groupe 2) sont résumées dans le tableau 4.

Gr.	Eff.	Age réel (mois)				Retard lexique (mois)	Dyslexie	Déficit EVA	Déficit Phono
		Moyen	Min	Max	ET				
1	10	120	98	143	16.9	33	oui	oui	Indiffé- rent
2	10	128	112	152	14.7	39	oui	non	non

Tableau 4 : Caractéristiques (effectif, âge réel, retard lexique, dyslexie, troubles cognitifs sous-jacents) des groupes 1 et 2

2. Chronologie de l'étude

Un consentement éclairé pour participer à cette étude a été obtenu de la part des enfants et des parents (cf. annexe IV).

Le temps total de participation au protocole expérimental était de 14 semaines. Les phases d'entraînement duraient chacune 6 semaines, interrompues par une pause de 2 semaines, comme le montre le tableau 5.

Tous les enfants du protocole expérimental ont été soumis aux deux modalités d'intervention : une rééducation visuo-attentionnelle avec le logiciel MAEVA, ciblée sur leur trouble sous-jacent, d'une durée de 6 semaines suivie d'une pause de 2 semaines durant laquelle les post-tests 1 (T1) étaient effectués.

Puis, ils suivaient une rééducation non ciblée sur leur trouble sous-jacent avec un logiciel placebo, du nom de EPC (détaillé en 3.2). Des post-tests 2 (T2) étaient effectués à l'issue de cet entraînement, dans les deux semaines qui suivaient.

Tous les enfants du groupe contrôle, comme le montre le tableau 5, ont été soumis à une modalité d'intervention, à savoir une rééducation d'une durée de 6 semaines, avec le logiciel EPC, non ciblée sur leur trouble sous-jacent. Des post-tests 1 (T1) étaient effectués à l'issue de cet entraînement, dans les deux semaines qui suivaient.

Pré-test (T0)	Entraînement n° 1	Post-test 1 (T1)	Pause	Entraînement n° 2	Post-test 2 (T2)
Groupe expérimental (G1)	MAEVA	+ 6 semaines	2 semaines	non ciblé	+ 6 semaines
Groupe contrôle (G2)	non ciblé	+ 6 semaines	Arrêt		

Tableau 5 : Chronologie de l'étude

Les prises en charge orthophoniques n'ont pas été interrompues durant notre étude, ni pour le groupe expérimental, ni pour le groupe contrôle. Toutefois, il a été défini avec les orthophonistes en charge des enfants impliqués dans l'étude qu'aucune stimulation des troubles cognitifs sous-jacents, visuo-attentionnels ou phonologiques, ni aucun travail de lecture ou d'orthographe ne seraient réalisés durant le programme d'intervention. Les séances consistaient en un accompagnement plus global et un suivi de leur entraînement. L'objectif était de limiter les effets d'apprentissage autres que l'entraînement intensif afin d'avoir une analyse des résultats la plus pure possible.

3. Les programmes d'entraînement

Le logiciel était fourni aux parents qui devaient l'installer sur leur ordinateur personnel à l'aide d'un guide détaillé et illustré (cf. annexes V et VI).

L'enfant effectuait alors sa rééducation en autonomie à domicile. Le rôle des parents consistait à accompagner l'enfant sur la première séance d'entraînement afin de l'aider à se familiariser à l'ergonomie du logiciel et à son fonctionnement. Sur les séances suivantes, leur rôle consistait à s'assurer que l'enfant fasse bien son entraînement et à contrôler le temps passé.

La durée de chaque entraînement était de 6 semaines. La fréquence était de 5 séances hebdomadaires, d'une durée de 15 minutes chacune.

Après chaque période d'entraînement, les fichiers des sessions étaient récupérés et passés en revue. Au-delà des tests quantitatifs effectués avec l'enfant d'une durée d'1h15 (post-test), un entretien avec l'enfant et le(s) parent(s) permettait de recueillir des informations qualitatives, notamment afin de vérifier la fiabilité de l'intervention et d'avoir un retour d'expérience.

3.1. L'entraînement visuo-attentionnel : le logiciel MAEVA

3.1.1. Présentation (cf. annexe V)

Six tâches de catégorisation de caractères, dont il a été démontré qu'ils mettaient bien en jeu l'empan visuo-attentionnel (Lobier, Zoubinetzky & Valdois, 2012) et les régions pariétales (Lobier, Peyrin, Pichat, LeBas & Valdois, 2012), sont proposées.

En effet, il existe un lien établi entre les performances sur les exercices utilisés dans le logiciel et les performances aux tests mesurant l'empan VA.

Ainsi les performances des enfants dyslexiques avec trouble de l'empan VA sont plus faibles que celles des enfants normo-lecteurs sur ces tâches de catégorisation, car ces tâches sollicitent un traitement visuo-attentionnel simultané de divers caractères.

Ces exercices sont basés sur la présentation de séquences qui peuvent inclure des lettres, des chiffres, des formes géométriques dites fermées, des formes géométriques dites ouvertes et enfin des caractères japonais (cf. figure 9), soit 5 familles de figures.



Figure 9 : MAEVA intègre 5 familles de caractères

3.1.2. Fonctionnement du logiciel

S'appuyant systématiquement sur le traitement visuo-attentionnel des caractères, les six exercices sont les suivants :

- donner le nombre de familles qui ont été vues
- confirmer ou infirmer la présence d'une famille présentée au préalable
- désigner les familles présentes
- dénombrer les éléments d'une famille
- dénombrer les éléments de plusieurs familles
- désigner les familles présentes et dénombrer les éléments de chacune

Pour chaque exercice, la consigne est donnée à l'écrit et à l'oral si l'enfant le désire. Un masque apparaît après la présentation de chaque séquence, évitant ainsi la persistance rétinienne et limitant l'implication de la mémoire visuelle. L'enfant clique alors sur la réponse choisie.

Afin de rendre l'entraînement ludique et motivant, un feedback apparaît après la réponse, indiquant à l'enfant si la réponse est correcte ou non. L'enfant peut également avoir accès à ses meilleurs scores.

Notons qu'un exercice de familiarisation avec les familles est proposé en début d'entraînement, c'est-à-dire pendant 5 min lors des 2 premières séances.

3.1.3. Principe

Le logiciel joue sur trois variables :

- Le temps de traitement, de 100 ms à 500 ms
- Le nombre d'éléments à traiter, de 2 à 7
- La difficulté de la tâche : 6 consignes de difficulté croissante.

Il est important de noter qu'un algorithme adaptatif est intégré au logiciel. Il est conçu pour permettre une probabilité de réussite de l'enfant estimée à 75 %. Si au démarrage de l'entraînement, les exercices sont proposés de manière aléatoire, l'algorithme va rapidement choisir le niveau d'exercice sur la base des essais précédemment effectués par l'enfant. L'algorithme se réadapte ainsi en permanence aux dernières réalisations de l'enfant en calculant ses nouvelles probabilités de réussite. En effet, la progression n'est pas nécessairement linéaire, d'un exercice à l'autre ou même d'une session à l'autre.

A la fin de l'entraînement, toutes les données sont recueillies, à savoir le nombre d'entraînement hebdomadaires réalisés, la durée des exercices et bien-sûr les scores aux différents exercices. Ces données permettent de vérifier si le protocole a été respecté et en conséquence d'analyser les données chez les participants ayant respecté le protocole expérimental.

3.2. L'entraînement placebo avec le logiciel EPC (cf. annexe VI)

Le logiciel EPC, développé par Willy Serniclaes et son équipe à l'Université Libre de Bruxelles, est un entraînement auditif de la perception de la voix à destination des enfants dyslexiques. L'Entraînement de Perception Catégorielle (EPC) s'appuie sur l'hypothèse de déficit de perception catégorielle (cf. partie 1.2.2) proposée par Serniclaes et centre son action sur la frontière phonologique de la langue française. Le logiciel joue sur le Voice Onset Time (VOT), un indice qui détermine la nature voisée ou non voisée d'une consonne occlusive. Le VOT concerne le rapport temporel entre deux événements acoustiques qui sont : le relâchement de la pression de l'air et le début de vibration des cordes vocales.

L'enfant reçoit des stimuli sonores, qui sont des syllabes, générées par un synthétiseur de formants parallèles, de façon à former un /də-tə/ en continuum VOT de -75 ms (pour le pré-voisé /də/) à +75 ms (pour le non-voisé /tə/) en passant par 0 ms : établissement du voisement.

Le continuum /də-tə/ a été choisi parce qu'il met en jeu deux consonnes apicales + /ə/, combinant ainsi une articulation consonantique neutre.

Deux tâches différentes sont proposées :

- Une tâche d'identification de la syllabe proposée, entre /də/ et /tə/.
- Une tâche de discrimination des paires de stimuli proposées. L'enfant doit dire si la paire sonore est identique (/de/ /de/ ou /te/ /te/) ou pas (/de/ /te/).

Le synthétiseur de parole permet en effet de construire tous les intermédiaires sonores entre un /de/ canonique (VOT=-75) et un /te/ canonique (VOT=+75). On découpe ensuite ce continuum e sonore en unités (syllabes) de longueurs équivalentes. Dans l'épreuve d'identification : une unité du continuum choisie aléatoirement est présentée auditivement à l'enfant qui doit décider s'il s'agit d'un /t/ (tom) ou d'une /d/ (dom). Dans l'épreuve de discrimination, deux unités du continuum sont simultanément présentées et l'enfant doit décider si ces deux unités sont perceptivement identiques ou non.

Ces informations ne sont données qu'à titre informatif, les données du logiciel ne ciblant pas le déficit cognitif sous-jacent n'étant pas destinées à être analysées dans le cadre de notre recherche.

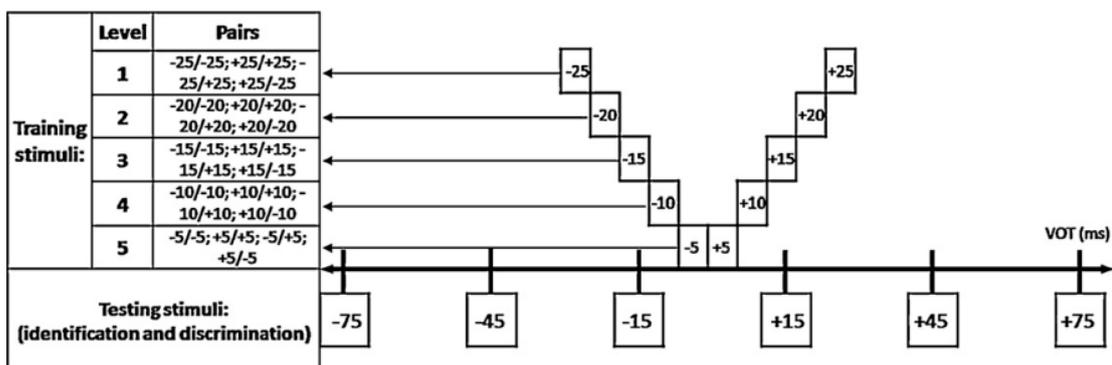


Figure 10 : Principe du logiciel EPC

4. L'évaluation en pré-test et post-test

L'évaluation en pré-test était plus complète qu'en post-test et d'une durée de 1h30 à 2h. Elle a permis d'évaluer :

- La présence d'une dyslexie avec l'âge de lecture et les capacités d'identification des mots et non-mots
- Le raisonnement abstrait (en l'absence de test de QI disponible)
- les troubles sous-jacents visuo-attentionnels et phonologiques
- la mémoire verbale, notamment la mémoire à court terme verbale (répétition de pseudo-mots et de chiffres endroit), et la mémoire de travail (répétition de chiffres envers).
- Les capacités de lecture sur des épreuves développées en 3 versions appariées proposées en T0, T1 et T2 afin de mesurer l'évolution des performances en lecture et d'éviter des effets d'apprentissage ou de familiarité avec les stimuli.

En post-tests, les enfants ont été évalués durant 1h15 environ sur :

- les troubles sous-jacents visuo-attentionnels et phonologiques (méta-phonologie)
- les résultats comportementaux à savoir la lecture de mots isolés et de texte.

Les épreuves sont détaillées ci-après et en annexe I et II.

II. Matériel et mesure

1. Epreuves de lecture

1.1. Alouette (Lefavrais, 1967)

Cette épreuve (cf. annexe II) permet de déterminer l'âge lexique de l'enfant, c'est-à-dire son niveau de déchiffrement par rapport aux enfants de sa classe d'âge. Il s'agit d'un texte de 265 mots, dont la taille des caractères varie d'un paragraphe à l'autre. L'enfant dispose de trois minutes pour lire le texte à haute voix.

S'il lit le texte en moins de trois minutes, on établira son âge lexique grâce au tableau étalonné sur la base du temps pondéré par le nombre d'erreurs produites. S'il n'arrive pas à la fin du texte, on choisira l'étalonnage rapporté au nombre de mots lus en trois minutes, pondéré par le nombre d'erreurs. On obtient alors un score corrigé qui correspond à un âge lexique moyen.

Le texte de l'Alouette est un texte qui véhicule peu de sens et renferme des mots peu fréquents ce qui en fait un texte très particulier et non représentatif des textes auquel l'enfant est habituellement confronté. De ce fait, l'enfant ne peut utiliser de stratégies d'anticipation ou d'inférences qui pourraient masquer ses difficultés. Ce test est en conséquence très sensible aux difficultés de lecture.

1.2. Lecture de mots et de non-mots (ODEDYS, Jaquier-Roux et al., 2010)

Les mots et les pseudo-mots sont présentés en colonnes. Les enfants ont pour consigne de lire de haut en bas, aussi vite et précisément qu'ils le peuvent.

1.2.1. Mots réguliers et irréguliers

Les enfants ont pour consigne de lire quatre listes de vingt mots qui se répartissent en deux listes de mots fréquents et deux listes de mots peu fréquents (cf. annexe n°II).

Dans chacune des répartitions par fréquence, deux listes sont proposées aux enfants : une liste contient des mots réguliers (exemple : "dorade"), l'autre liste contient des mots irréguliers (exemple : "dolmen").

Les listes de mots réguliers et irréguliers ont été appariées au niveau du nombre de syllabes, de la classe grammaticale et de la fréquence.

1.2.2. Pseudo-mots

Les enfants doivent lire deux listes de vingt pseudo-mots (exemple : "pacirande"). Les listes de pseudo-mots sont appariées en nombre de syllabes et de lettres aux mots réguliers.

2. Epreuves mesurant les performances de l'empan visuo-attentionnel

Les épreuves d'empan visuo-attentionnel incluent les épreuves de report global et partiel de lettres ainsi qu'une épreuve contrôle. Les épreuves de report de lettres sont inspirées des travaux de Rapp et Caramazza (1991), eux-mêmes issus des recherches effectuées par Averbach et Corriell (1961). Ces épreuves sont disponibles depuis mars 2014 sous le nom d'EVADYS (Valdois, Guinet & Embs, 2014).

2.1. Matériel (cf. annexe I)

2.1.1. Le Report Global

L'épreuve de report global (RG) permet d'estimer le nombre précis de lettres que l'enfant peut traiter en un temps visuel bref.

Vingt séquences de cinq lettres ont été construites aléatoirement à partir des dix consonnes B, P, T, F, L, M, D, R, S, H. Chaque lettre apparaît dix fois, deux fois dans chacune des cinq positions, et jamais deux fois dans la même séquence.

Les lettres ne forment jamais un graphème français ("PH" par exemple) ni un bigramme fréquent ("TR" par exemple). De plus, les séries sont constituées de façon à ne correspondre au squelette d'un mot existant ("FLMBR" qui pourrait par exemple s'apparenter à "FLAMBER").

Les lettres sont présentées en majuscule (Geneva 24), en noir sur fond blanc, au centre de l'écran. Dans le contexte de séquences, elles sont espacées de 1 cm depuis le centre de la lettre jusqu'au centre de la lettre adjacente, afin de minimiser l'effet de masquage latéral (ou crowding).

Un point de fixation apparaît au centre de l'écran durant 1000 ms avant chaque série de lettres. Il est suivi d'un écran blanc pendant 50 ms. La série de cinq lettres apparaît ensuite pendant 200 ms, durée correspondant à la durée de fixation moyenne pendant la lecture. (cf. figure n° 7). Ce temps est assez long pour obtenir un aperçu de la lettre, mais demeure trop court pour des mouvements oculaires. L'enfant doit dénommer oralement le plus de lettres possibles sans consigne d'ordre. Après avoir noté la réponse, l'expérimentateur passe à la séquence suivante.

Les vingt séries sont précédées de dix essais pour lesquels l'enfant reçoit un feedback. Aucun feedback n'est ensuite donné au cours de l'épreuve.

Le score correspond au nombre de lettres correctement restituées pour ces vingt items. Seule l'identité de la lettre importe. C'est ce qu'on appelle le score toutes lettres.

L'ensemble des résultats fournit un profil de performance en fonction de la position de la lettre dans la séquence. C'est ce qu'on appelle le score lettre par lettre.

2.1.2. Le Report Partiel

L'épreuve de report partiel (RP) comprend 50 séries de 5 lettres. Comme lors du report global, un point de fixation apparaît au centre de l'écran, suivi d'un écran blanc pendant 50 ms ; une séquence de 5 lettres apparaît alors pendant 200 ms immédiatement après la présentation des lettres.

Un indice visuel, sous forme d'une barre verticale, est placé sous l'une des 5 lettres pendant 50 ms. Chaque consonne est indiquée une fois, dans chaque position de la séquence.

La consigne est de redonner uniquement la lettre qui est indiquée. Une série de 10 essais, au cours duquel l'enfant reçoit un feed-back, précède le test. Aucun feed-back ne sera donné par la suite. Le score correspond au nombre de lettres indiquées correctement identifiées. C'est ce qu'on appelle le score toutes lettres.

L'ensemble des résultats permet ici aussi d'établir un profil de performance en fonction des positions. C'est ce qu'on appelle le score lettre par lettre.

2.1.3. Le seuil de lettres

Il s'agit d'une tâche contrôle permettant de s'assurer de la capacité de l'enfant à identifier les lettres isolées. Cette capacité doit être préservée, le trouble de l'empan VA étant un problème de traitement simultané.

Les lettres présentées sont composées des dix consonnes B, P, T, F, L, M, D, R, S, H.

Ce test mesure le temps minimal nécessaire à l'enfant pour lire une lettre.

Un point de fixation central apparaît à l'écran suivi de la présentation d'une lettre et d'un masque. Le temps de présentation des lettres varie aléatoirement de 33 ms à 101 ms. L'enfant doit identifier cinquante lettres se répartissant par série de dix pour chaque temps de présentation, à savoir 33 ms, 50 ms, 67 ms, 84 ms et 101 ms. Pour cela, il restitue oralement la lettre lue à l'examineur qui tape la réponse sur le clavier de l'ordinateur. Le seuil d'identification des lettres est fixé au temps de présentation le plus faible permettant 80% d'identification correcte.

3. Epreuves méta-phonologiques

Les trois épreuves ont été développées au Laboratoire de Cognition et Neuropsychologie (LPNC) de Grenoble. Les scores et les temps sont enregistrés. Ces épreuves sont détaillées en annexe II.

3.1. Tâche de suppression du phonème initial

Un mot est énoncé oralement par l'examineur. L'enfant doit produire un nouveau mot résultant de l'omission du premier phonème du mot proposé.

Par exemple : lorsque orange → /range/

La plupart des mots énoncés commencent par un groupe consonantique (exemple : placard → /lakar/ ; trou → /ru/ ; pli → /li/.

3.2. Tâche de segmentation phonémique

Cette tâche comprend quinze mots de longueur et de difficulté variables. L'enfant doit donner tous les phonèmes qui composent le mot donné par l'examineur.

Par exemple : "outil" devra être décomposé en /u/ /t/ /i/.

3.3. Acronymes

Cette tâche est empruntée à la BELEC (Mousty & Leybaert, 1999). Dix paires de mots sont présentés successivement oralement. L'enfant doit isoler le premier phonème de chaque mot puis produire la syllabe résultant de leur fusion.

Par exemple: "bébé" et "ourson" donnera /bu/

4. Mémoire à court-terme verbale et mémoire de travail

4.1. Répétition de pseudo-mots

Ces épreuves sont issues de la Batterie d'Evaluation du Langage Ecrit (BELEC, Mousty et *al.*, 1994). Elles permettent d'évaluer la mémoire auditivo-verbale.

4.2. L'épreuve d'empan endroit

Cette épreuve est issue de la batterie CMS (Cohen M.J., 2001), échelle de mémoire pour enfants. Cette épreuve permet d'évaluer les capacités de mémoire verbale à court terme de l'enfant. L'examineur donne oralement des suites croissantes à l'enfant de deux à huit chiffres ; ce dernier doit les rappeler dans l'ordre où ils ont été énoncés. L'épreuve est arrêtée après deux échecs consécutifs. Le nombre maximal de chiffres redonné dans l'ordre par l'enfant correspondra à son empan mnésique endroit.

4.3. L'épreuve d'empan envers

Cette épreuve est issue de la batterie CMS (Cohen M.J., 2001), échelle de mémoire pour enfants. Cette épreuve permet une estimation des capacités de mémoire de travail.

Des séquences de chiffres similaires sont proposées oralement à l'enfant qui doit les restituer cette fois dans l'ordre inverse où elles lui ont été données ; par exemple, la suite 1-5-3 devra être rappelée 3-5-1. L'empan mnésique envers correspondra au nombre maximal de chiffres rapportées dans l'ordre inverse.

5. Epreuves comportementales

L'utilisation d'épreuves identiques en T0, T1 et T2 procure une base de comparaison intéressante. Cependant, répéter les mêmes épreuves à trois reprises peut induire des effets d'apprentissage. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser du matériel différent mais totalement comparable en T0, T1 et T2.

5.1. Lecture de mots

Les séries de mots ont été développées au sein du Laboratoire de Neuropsychologie et de Cognition de Grenoble.

Chaque série comprend 3 listes de 27 mots réguliers, 27 mots irréguliers et 27 pseudo-mots que l'enfant doit lire le plus vite et le plus précisément possible. Chaque liste est proposée sur une page isolée. Les mots sont proposés en colonne, avec une police de caractère de taille 12.

Les items de chaque liste ont été équilibrés entre les listes 1, 2 et 3 sur la base du phonème initial, afin de comparer les temps de latences en T1, T2 et T3. Les mots des trois listes sont appariés en fréquence et en longueur (nombre de syllabes). Les pseudo-mots ont été construits sur la base des mots réguliers en substituant quelques lettres tout en gardant identique la structure graphémique et syllabique (par ex., festin → fustan ; confetti → canfelli).

5.2. Lecture de texte

Les 3 textes ont été développés au sein du Laboratoire de Neuropsychologie et de Cognition de Grenoble. Ils ont été équilibrés en fréquence lexicale, en nombre de phrases et en difficulté grammaticale (phrases enchâssées, relatives, extension...).

Les enfants sont arrêtés au bout d'une minute de lecture, ce qui permet d'établir une vitesse de lecture en terme de nombre de mots lus en une minute, ainsi que de déterminer un nombre d'erreurs.

5.3. Epreuve d'orthographe

Chaque liste comprend une série de 20 mots et une série de 20 pseudo-mots. Les listes ont été développées au sein du Laboratoire de Neuropsychologie et de Cognition de Grenoble. Les listes de mots ont été équilibrées en fréquence, régularité. Les listes de pseudo-mots ont été équilibrées dans leur structure graphémique et syllabique.

Chapitre IV

PRESENTATION DES RESULTATS

La présentation des résultats s'organise en trois parties. Dans un premier temps, nous présenterons les résultats aux pré-tests qui nous ont permis d'avoir un profil précis des groupes d'enfants sélectionnés. Dans un deuxième temps, nous présenterons l'évolution du groupe expérimental suite à l'entraînement avec MAEVA, en comparaison avec le groupe contrôle. Enfin, nous analyserons les résultats du groupe expérimental suite aux deux phases d'entraînement afin d'évaluer les effets différés du logiciel MAEVA.

L'évolution des performances aux différentes épreuves est donc présentée ici en comparant les deux groupes formés. L'analyse des résultats considère comme pathologique tout z-score inférieur à -1.5 écart-type.

I. Résultats aux épreuves en pré-test (T0)

1. Groupe expérimental

Au test de l'Alouette, nous avons établi que les enfants avaient un retard de lecture moyen de 2 ans 9 mois (minimum 18 mois ; maximum 4 ans 11 mois), (voir tableau 3 pour le détail), ce qui représente un retard largement supérieur aux 18 mois cités par l'OMS dans les critères de la dyslexie.

Les compétences en lecture ont aussi été testées avec la lecture de listes de mots et de non-mots. Les résultats ont été comparés à des normes disponibles selon 4 niveaux scolaires : CE1, CE2, CM1, CM2. Pour les enfants se situant au-delà du CM2, les scores ont été confrontés aux normes CM2. Comme l'on peut le lire dans le tableau 4, les résultats du groupe expérimental sont largement déficitaires en score, en mots (réguliers et irréguliers) et en pseudo-mots (PM), haute-fréquence (HF) ou basse-fréquence (BF) avec des z-scores compris entre -2.11 et -3.67. Excepté en lecture de PM et de mots irréguliers BF, les temps sont pareillement échoués avec des z-scores compris entre -2.13 et -3.61. Au total, 9 items sur les 12 sont échoués, ce qui va bien au-delà des 4 items minimum fixés dans nos critères d'inclusion.

Afin de mieux caractériser la dyslexie, des épreuves évaluant les compétences cognitives sous-jacentes (empan visuo-attentionnel et compétences métaphonologiques) ainsi que la mémoire ont été administrées.

L'empan visuo-attentionnel a été mesuré avec les épreuves de report partiel (RP) et de report global (RG) dans lesquelles nous avons pris en compte les scores toutes lettres. Les résultats ont été comparés à des normes disponibles selon le niveau scolaire, 3 niveaux étant proposés : CE2, CM1 et CM2. Pour les enfants se situant au-delà du CM2, les scores ont été confrontés aux normes CM2.

Tous les enfants du groupe expérimental avaient un déficit de l'empan visuo- attentionnel, c'est-à-dire un z-score en report partiel et en report global inférieur à -1.

Le tableau 6 nous permet de vérifier que les sujets du groupe expérimental ont un trouble sévère avec un z-score moyen en RP de -2,8 et RG de -1,75.

Les compétences métaphonologiques, mesurées à partir des 3 épreuves décrites précédemment, ont été cotées sur le score uniquement, les normes sur le temps n'étant pas disponibles. Les résultats laissent apparaître des compétences dans la norme en omission de phonèmes (z-score = -0.75), en décomposition phonémique (z-score = -0.27) et en acronymes (z-score = -0.41). Les z-score min-max laissent cependant apparaître de fortes variations interindividuelles.

Les scores moyens en mémoire se situent au 37ème percentile pour la mémoire endroit et au 25ème percentile pour la mémoire de travail. Bien que ces scores ne traduisent pas un trouble de mémoire, il est classique de trouver une mémoire de travail plus faible chez les enfants dyslexiques en comparaison aux normo lecteurs. Notons cependant, ici encore, de fortes variations interindividuelles.

	Moyenne	Ecart-type		Z-score	
		moyen	Min-Max	moyen	Min/max
Age réel (mois)	119,6	16,9	98-143		
Age lexique (mois)	86,7	6,5	78-99		
Retard lexique (mois)	32,9	15,6	17-59		
Listes de lecture					
Reg HF score /20	16,4	4,9	3-20	-3,05	-11,70/34
Reg HF tps /20	43,1	11,8	29-62	-3,61	-5,29/-2.13
Reg BF score /20	13,3	5,2	4-19	-2,63	-5,91/0.28
Reg BF tps /20	58,7	25,3	35-119	-2,79	-5,55/-1.05
Irreg HF score /20	11,6	4,5	5-20	-3,67	-7,95/0.65
Irreg HF tps /20	55,2	29,4	22-130	-3,55	-7,00/-0.55
Irreg BF score /20	5,8	3,8	0-11	-2,11	-3,52/-1.09
Irreg BF tps /20	63,6	29,3	38-138	2,25	-0,20/4.11
PM HF score /20	12,3	4,7	2-17	-2,32	-6,04/-0.37
PM HF tps /20	55,0	21,7	37-111	2,47	0,23/5.1
PM BF score /20	11,4	5,4	0-17	-2,13	-4,99/-0.18
PM BF tps /20	66,1	34,6	37-158	2,28	0,34/6.93
Epreuves visuo-attentionnelles					
RP % pré-test	62,4	9,6	46-74	-2,28	-4,89/-0.1
RG Total prétest	64,6	6,4	57-74	-1,75	-2,87/-1.13
Epreuves métaphonologiques					
Omission Score prétest /20	12,8	3,6	8-18	-0,75	-2,18/0.41
Omission tps prétest	132,1	43,4	83-238		
Décompo Score prétest /15	10,7	3,1	6-15	-0,27	1,72/0.71
Décompo tps prétest	130,2	44,8	65-195		
Acro Score prétest /10	7,1	2,8	0-10	-0,41	-3,54/0,81
Acro tps prétest	162,5	117,3	60-447		
Mémoire				centile	cent. Min/Max
Score empan endroit	7,6	1,3	6-10	37	5/91
score empan envers	4,1	1,4	2-7	25	5/94

Tableau 6 : Caractéristiques (moyennes, écart-type et z-scores) du groupe expérimental sur l'âge réel, l'âge lexique, le retard lexique, les listes de lecture, les compétences VA et métaphonologiques, la mémoire à court-terme et de travail.

2. Comparaison entre les deux groupes

Le groupe expérimental et le groupe contrôle, tous deux composés de 10 enfants, ont été comparés sur les épreuves de pré-test ayant permis de déterminer leur niveau de lecture et de qualifier leur dyslexie.

Toutes leurs caractéristiques et performances ainsi que l'analyse des différences sont présentées dans le tableau 7. Nous avons pour cela utilisé le test U de Mann-Whitney qui permet la comparaison des données des deux groupes.

Les deux groupes sont appariés en âge réel et en âge de lecture, tel que le démontrent les analyses statistiques avec le test de Wilcoxon. En effet, nous ne relevons pas de différence significative entre les deux groupes d'enfants en âge réel ($2*(1-p) = 0.25$) et en retard lexique ($2*(1-p) = 0.31$). Nous ne relevons pas non plus de différence en lecture de pseudo-mots et de mots réguliers HF en score et BF. Leurs scores ne sont en revanche pas identiques en lecture de mots irréguliers (score et temps) et en lecture de mots réguliers HF (temps).

	groupe expérimental		groupe contrôle		Test de U (Mann-Whitney)	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	z ajusté	2*(1-p)
Age réel	119,6	16,9	128,4	15,1	0,23	0,25*
Age lexique	86,7	6,5	89,3	6,1		
Retard lexique	32,9	15,6	39,1	13,8	0,31	0,31*
Listes de lecture						
Reg HF score /20	16,4	4,9	18,0	1,8		
Reg HF tps /20	43,1	11,8	30,7	9,2	2,16	0,03
Reg BF score /20	13,3	5,2	14,7	3,9	-0,31	0,80*
Reg BF tps /20	58,7	25,3	48,7	19,3	0,83	0,44*
Irreg HF score /20	11,6	4,5	15,8	4,3	-2,21	0,03
Irreg HF tps /20	55,2	29,4	35,5	12,7	2,04	0,04
Irreg BF score /20	5,8	3,8	8,2	3,7	-1,29	0,22*
Irreg BF tps /20	63,6	29,3	57,0	16,3	0,26	0,80*
PM HF score /20	12,3	4,7	14,5	1,6	-0,73	0,48*
PM HF tps /20	55,0	21,7	49,9	15,5	0,49	0,63*
PM BF score /20	11,4	5,4	13,6	2,8	-0,72	0,48*
PM BF tps /20	66,1	34,6	54,3	16,9	0,68	0,53*
Epreuves visuo-attentionnelles						
RP % pré-test	62,4	9,6	80,2	11,7		
RG Total prétest	64,6	6,4	75,8	10,2		
Epreuves métaphonologiques						
Omission Score prétest /20	12,8	3,6	16,7	2,7		
Omission tps prétest	132,1	43,4	131,1	50,5		
Décompo Score prétest /15	10,7	3,1	11,8	2,3		
Décompo tps prétest	130,2	44,8	126,5	44,4		
Acro Score prétest /10	7,1	2,8	8,7	1,3		
Acro tps prétest	162,5	117,3	115,6	37,4		

Tableau 7 : Caractéristiques et performances du groupe expérimental et du groupe contrôle

* les différences sont significatives ($p < .05$)

II. Analyse de comparaison pré et post-test 1

Etant donnée la petite taille de notre échantillon, nous avons appliqué un test statistique non paramétrique sur les valeurs. Le test de Wilcoxon pour variables appariées (pré-test vs. post-test) a permis d'apprécier l'évolution de chaque effet entre les étapes considérées deux à deux, ceci séparément pour chaque groupe.

1. Effets de la remédiation sur le trouble de l'empan VA

Les z-scores en empan VA, traduisant l'évolution du déficit, du groupe expérimental avant et après la remédiation avec MAEVA sont présentés dans la figure 11 pour les tâches de report partiel et de report global avec les scores toutes lettres.

Les résultats mettent en avant une nette amélioration du report de lettres entre T0 et T1 suite à l'entraînement ciblé (70% de lettres lues vs 65% en report global, z-scores = -1.20 vs -1.75) ; (74% de lettres lues vs 62% en report partiel, z-scores = -1.03 vs -2.28).

Alors que les résultats étaient pathologiques en T0, les performances ont atteint un niveau traduisant une simple faiblesse de l'empan VA en T1.

Les tests de Wilcoxon montrent une amélioration des performances significative, à la fois en en report partiel avec $z = 2.45$, $p = 0.01$ et en report global avec $z = 2.01$, $p = 0.04$

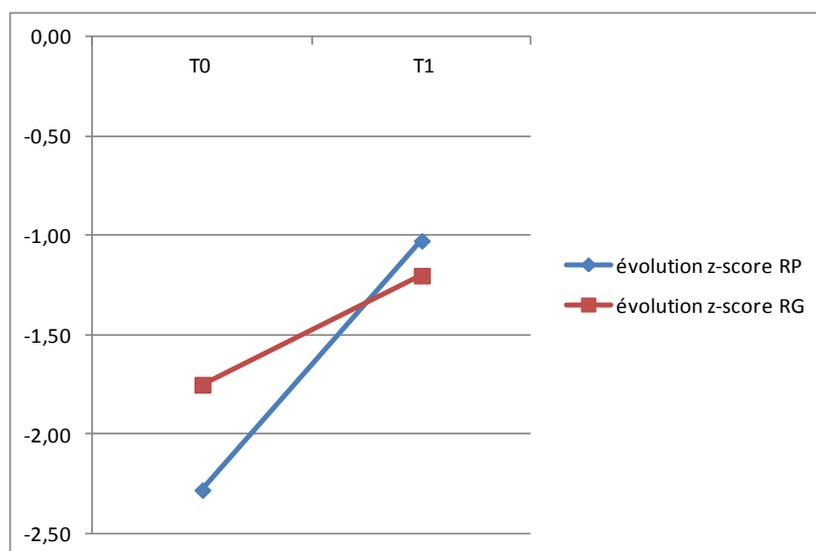


Figure 11 : Evolution du z-score toutes lettres en RP et RG - groupe expérimental

Les figures 13 pour le RP et 14 pour le RG donnent le détail des performances moyennes du groupe expérimental dans ces épreuves, en affichant les scores pour chaque position de lettre (P1 à P5) dans la séquence de 5 lettres.

La figure 13 nous permet de visualiser une nette amélioration dans l'épreuve de RP, particulièrement dans les positions intermédiaires, à savoir 2,3 et 4.

Il est intéressant de noter que le test de RP est beaucoup plus sensible à l'évolution des compétences en empan VA que le test de RG.

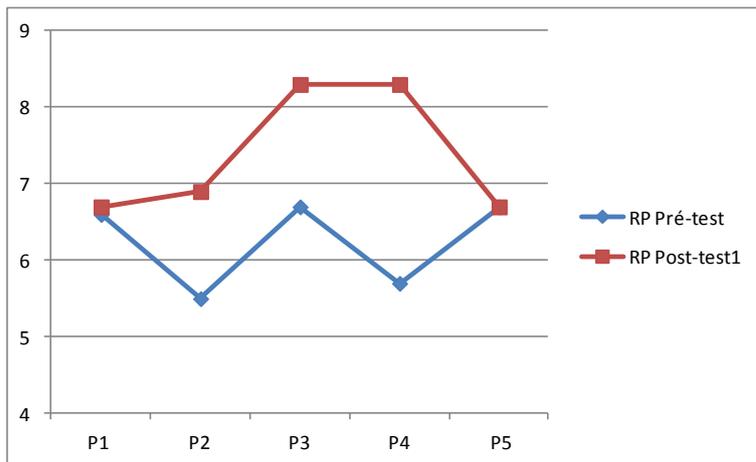


Figure 12 : Evolution du score lettre par lettre en RP - groupe expérimental

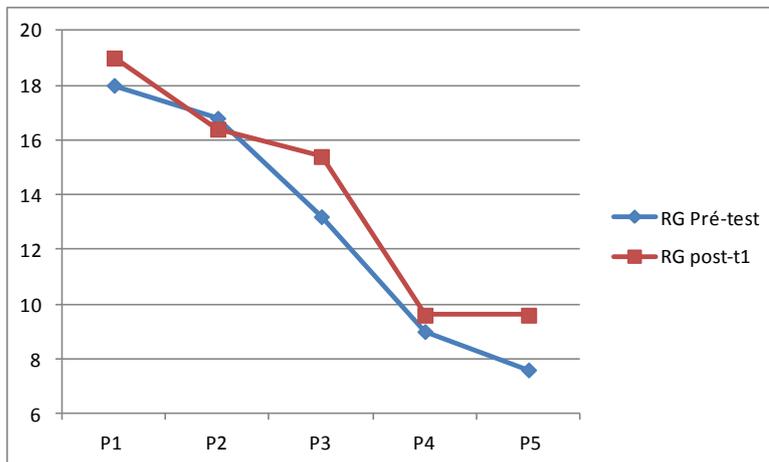


Figure 13 : Evolution du score lettre par lettre en RG - groupe expérimental

2. Effets de la remédiation non ciblée

La figure 12 permet de comparer les résultats du groupe contrôle, suite à un entraînement non ciblé sur les troubles cognitifs sous-jacents.

Comme l'illustre la figure 13, l'empan VA du groupe 2 se situe dans la norme (faible) en T0, avant tout entraînement.

L'entraînement non ciblé n'apporte aucune amélioration dans les épreuves de RG et de RP (76% de lettres lues en T0 et T1 en report global, z-scores = -0.73 vs - 0.69) ; (83 % de lettres lues vs 80 % en report partiel, z-scores = - 0.26 vs - 0.55.).

Les tests de Wilcoxon montrent une amélioration des performances qui n'est pas significative, à la fois en en report partiel avec $z = 0.94$, $p = 0.34$ et en report global avec $z = 0.20$, $p = 0.84$

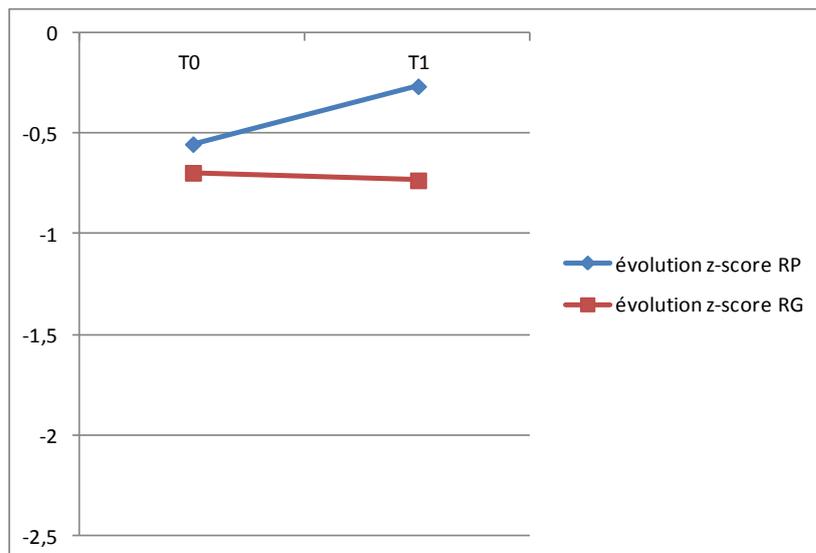


Figure 14 : Evolution du z-score toutes lettres en RP et RP - groupe contrôle

Nous avons ensuite cherché à voir comment l'amélioration des performances en empan VA a modulé les performances en lecture et en orthographe.

3. Effets de la remédiation sur la lecture

3.1. Pour le groupe expérimental

3.1.1. Lecture de mots et de pseudo-mots

Une amélioration des performances était attendue entre T0 (pré-test) et T1 (post-test) pour le groupe expérimental, selon notre hypothèse d'un effet positif de la remédiation sur les performances en lecture.

Comme nous pouvons l'observer sur la figure 15, les performances du groupe expérimental en lecture de mots et pseudo-mots se sont améliorées entre T0 et T1, suggérant les effets positifs de la remédiation en lecture de mots isolés. Cette lecture a été analysée à travers le nombre de mots corrects lus par minute (MCLM).

Une série de tests de Wilcoxon permet de constater la significativité des résultats en comparaison avec le groupe contrôle pour les listes de mots réguliers ($z = 2.39$, $p < 0.02$) et pour les pseudo-mots ($z = 1.98$, $p < 0.04$). La significativité n'est en revanche pas vérifiée pour les mots irréguliers (cf. tableau 8).

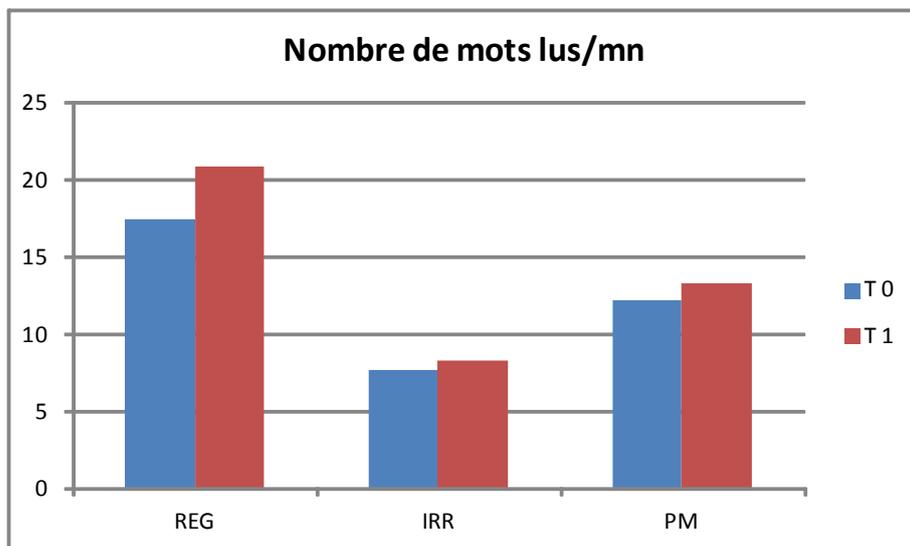


Figure 15 : Evolution de l'efficacité en lecture, avec le nombre de mots corrects lus par minute (MCLM) - groupe expérimental

3.1.2. Lecture de texte

Après la lecture de mots, les performances en lecture de texte ont été comparées entre T0 (pré-test) et le T1 (post-test 1).

La figure 16 permet de constater un net progrès réalisé suite à l'entraînement intensif, permettant de passer de 46 à 61 mots correctement lus en une minute.

Une série de tests de Wilcoxon (cf. tableau 8) permet de constater la significativité des résultats en comparaison avec le groupe contrôle ($z = 1.98$, $p < 0.04$).

Les résultats suggèrent à nouveau un effet positif de l'entraînement de l'empan VA sur les performances en lecture.

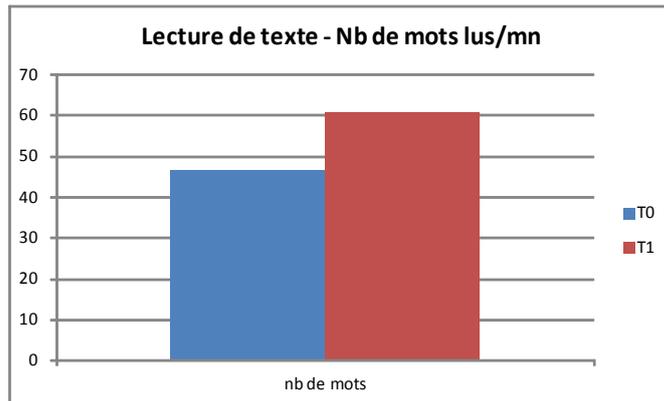


Figure 16 : Evolution de l'efficacité en lecture de texte - groupe expérimental

Tableau 8 : Mesure de la significativité de l'évolution des performances en lecture entre T0 et T1 pour le groupe expérimental

groupe expérimental	test de Wilcoxon			
	Moyenne	(Ecart-type)	Z	niv. p
Reg MCLM	7,2222	8,5319	2,395342	0,016605
Irreg MCLM	0,3656	6,4716	0,764471	0,444587
PM MCLM	3,1334	4,6002	1,987624	0,046854
Texte MCLM	14,5000	19,3348	1,987624	0,046854

3.2. Pour le groupe contrôle

Le tableau 9 nous permet de constater que les performances du groupe contrôle en lecture de mots et de pseudo-mots entre T0 et T1 n'ont pas évolué, ni en lecture de mots (réguliers et irréguliers), ni en lecture de PM.

Il est à noter cependant une progression des performances en lecture de texte, dont nous avons pu vérifier la significativité avec le test de Wilcoxon ($p = 2.6$, $p < 0.01$)

groupe contrôle				
			test de Wilcoxon	
	Moyenne	Ecart-type	Z	niv. p
Reg MCLM	-0,2537	8,19568	0,866400	0,386271
Irreg MCLM	1,9946	4,17679	1,274118	0,202623
PM MCLM	1,4105	5,56132	0,560612	0,575063
Texte MCLM	17,1000	12,74057	2,599201	0,009345

Tableau 9 : Mesure de la significativité de l'évolution des performances en lecture entre T0 et T1 pour le groupe contrôle

3.3. Comparaison des deux groupes

Nous avons ici comparé les résultats des deux groupes épreuves par épreuve.

3.3.1. Epreuves de Report Partiel

Rappelons que les progrès réalisés par les enfants du groupe expérimental dans cette épreuve sont significatifs ; les progrès des enfants du groupe contrôle ne le sont pas (cf. tableau 10).

Epreuve de RP			Wilcoxon
% de réponses correctes	T0	T1	Z, p
Groupe expérimental	62	74	2,45, p=0,01
Groupe contrôle	80	83	0,94, p=0,34

Tableau 10 : Evolution du pourcentage de réponses correctes entre T0, T1 et significativité. Comparatif des deux groupes

Ces résultats sont schématisés dans la figure 17.

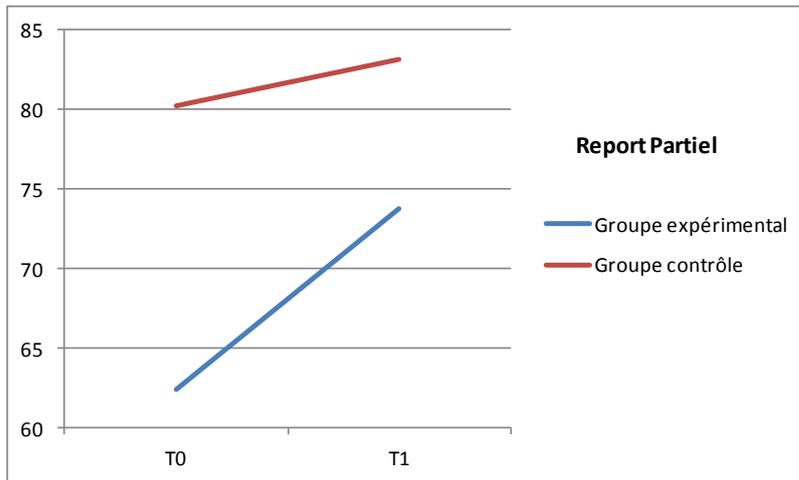


Figure 17: Evolution du pourcentage de réponses correctes en RP en T0 et T1 pour le groupe contrôle et le groupe expérimental

3.3.2. Epreuves de Report Global

Rappelons que les progrès réalisés par les enfants du groupe expérimental dans cette épreuve sont significatifs ; les progrès des enfants du groupe contrôle ne le sont pas (cf. tableau 11).

Epreuve de RG			Wilcoxon
% de réponses correctes	T0	T1	Z, p
Groupe expérimental	65	70	2,01, p=0,04
Groupe contrôle	76	76	0,20, p=0,84

Tableau 11 : Evolution du pourcentage de réponses correctes en RG (T0, T1) et significativité - comparatif des deux groupes

Ces résultats sont schématisés dans la figure 18.

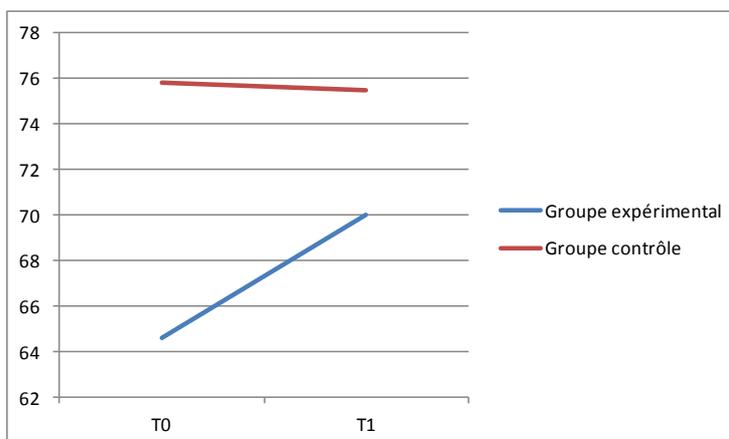


Figure 18: Evolution du pourcentage de réponses correctes en RG en T0 et T1 pour le groupe contrôle et le groupe expérimental

3.3.3. Epreuves de lecture

Rappelons que l'évolution des performances du groupe expérimental est significative dans toutes les épreuves sauf la lecture de mots irréguliers. Dans le groupe contrôle, seule l'évolution des performances en lecture de texte est significative (cf. tableau 12).

				Wilcoxon
Epreuves de lecture		T0	T1	Z, p
Groupe expérimental				
	Mots réguliers	20	27	2,39, p = 0,02
	Mots irréguliers	11	11	0,76, p = 0,44
	Pseudo-Mots	15	18	1,99, p = 0,05
	Texte (MCLM)	46	61	1,99, p = 0,05
Groupe contrôle				
	Mots réguliers	34	34	0,87, p = 0,39
	Mots irréguliers	16	18	1,27, p = 0,2
	Pseudo-Mots	18	19	0,56, p = 0,58
	Texte (MCLM)	62	79	2,60, p = 0,01

Tableau 12 : Comparaison des scores de lecture en T0 et T1 pour le groupe expérimental et le groupe contrôle

Ces résultats sont schématisés dans la figure 19.

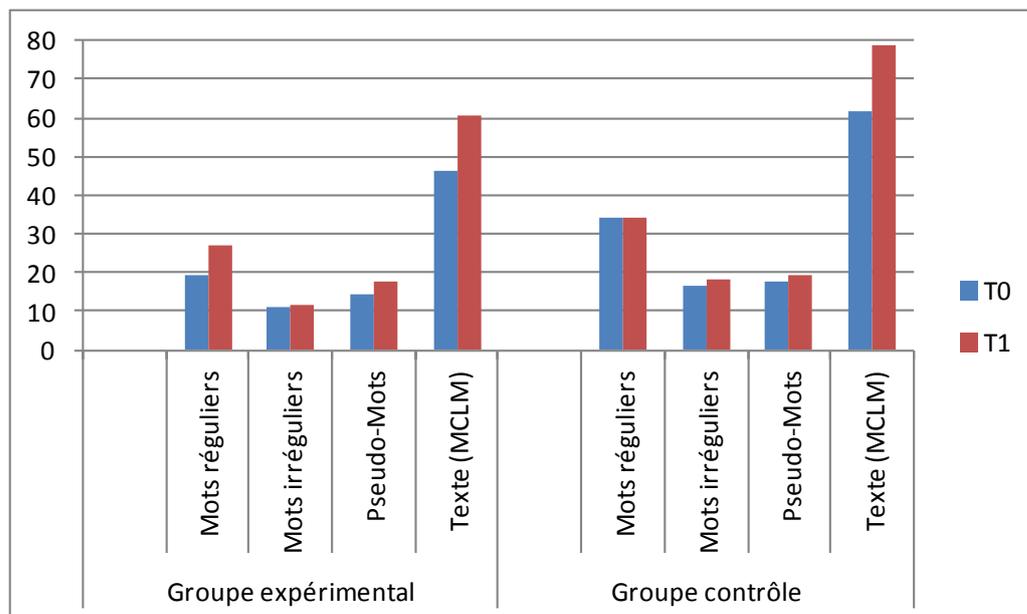


Figure 19 : Comparaison des scores de lecture en T0 et T1 pour le groupe expérimental et le groupe contrôle

III. Observation des effets de MAEVA à plus long terme

Nous n'analyserons pas dans cette partie les effets de la remédiation placebo (entraînement de la perception catégorielle - EPC), mise en œuvre en deuxième période, sur les compétences phonologiques pour le groupe expérimental.

En revanche, cette deuxième période d'entraînement T2, nous permet d'avoir une réévaluation, 8 semaines après la première période d'entraînement ciblé, des capacités VA ainsi que des capacités en lecture.

Comme le suggère la figure 17, les résultats continuent à évoluer positivement de façon très légère entre T1 et T2 suite à un entraînement placebo (72% de lettres lues vs 70% en report global, z-scores= -1.07 vs -1.20) ; (78% de lettres lues vs 74% en report partiel, z-scores= -0.67 vs -1.03). Ces progrès ne sont pas significatifs mais il est intéressant qu'aucune régression ne soit observée.

L'empan visuo-attentionnel est quasiment normalisé en post-test 2.

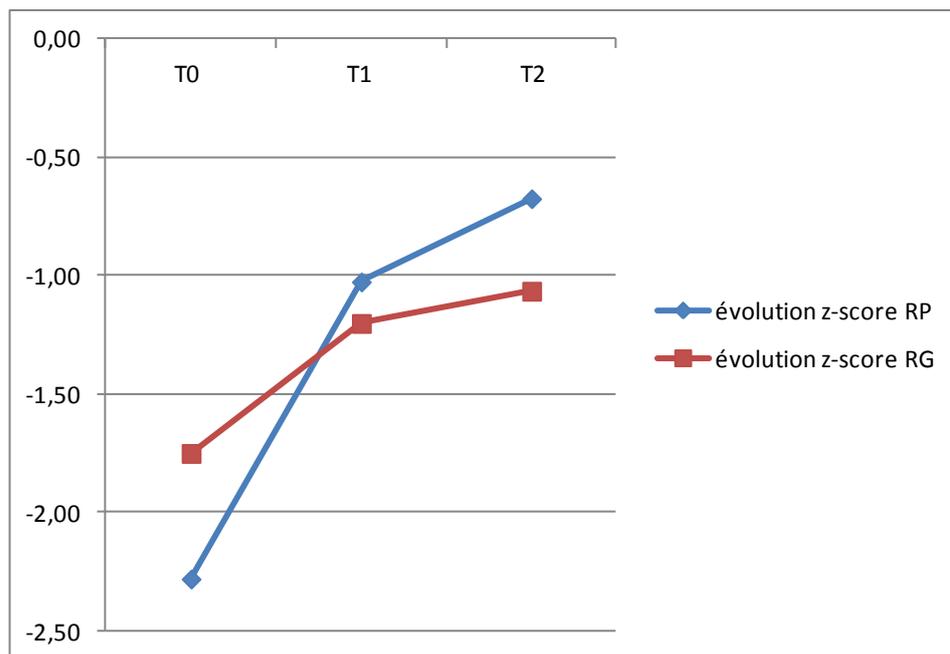


Figure 20: Evolution de l'empan VA toutes lettres du groupe expérimental entre T0 et T2

Ces résultats semblent se confirmer en lecture également avec aucune régression constatée, tant en lecture de mots qu'en lecture de texte entre T1 et T2.

Nous constatons dans la figure 18 que la lecture de mots réguliers a continué de progresser entre T1 et T2, passant de 21 à 27 mots corrects lus par minute. Une légère

évolution positive est également constatée pour les mots irréguliers et les pseudo-mots. Le point essentiel étant que les progrès en lecture mesurés entre T0 et T1 se sont à minima maintenus en T2.

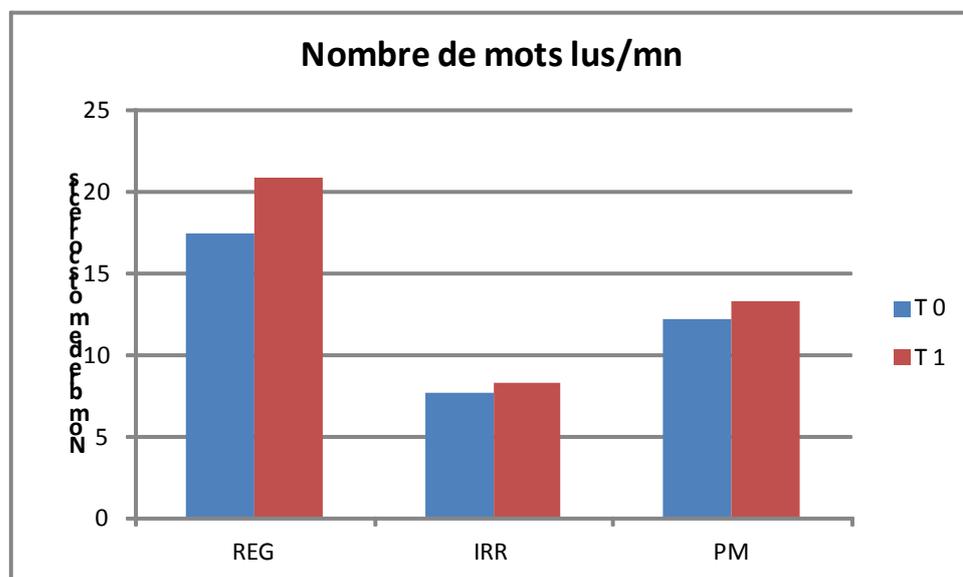


Figure 21 : Evolution de la lecture de mots et PM isolés du groupe expérimental entre T0 et T2

La figure 19 nous permet de généraliser ce constat à la lecture de texte. Les progrès enregistrés entre T0 et T1 se sont maintenus en T2.

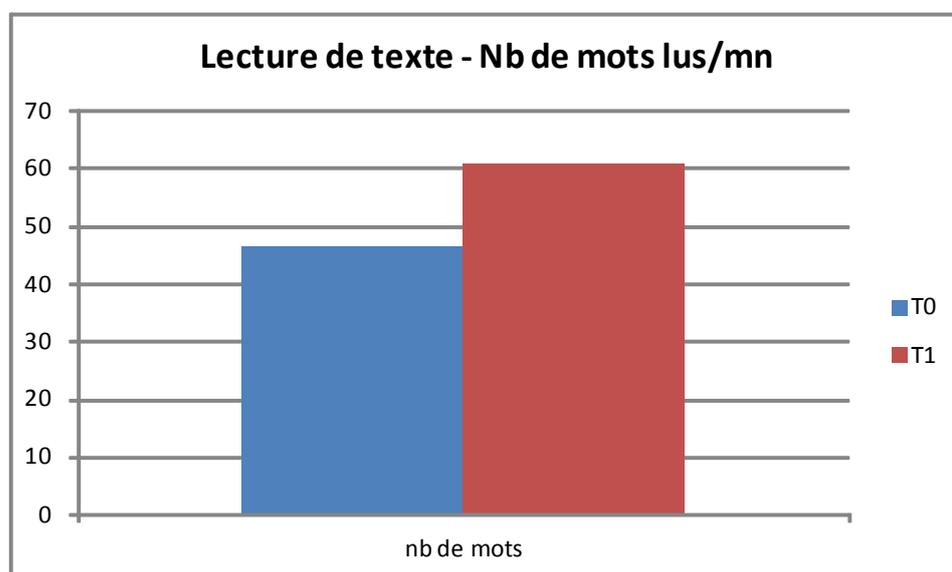


Figure 22 : Evolution de la lecture de texte (en nombre de mots lus/mn), entre T0 et T2

Chapitre V

DISCUSSION DES RESULTATS

I. Discussion générale

1. Rappel des objectifs

Notre travail s'inscrit dans la conception pluraliste des origines de la dyslexie et s'appuie plus particulièrement sur le modèle théorique connexionniste multi-traces (Ans, Carbonel, Valdois, 1998). Ce modèle postule l'existence d'un trouble cognitif, la fenêtre VA, qui joue un rôle majeur en lecture experte et dans l'apprentissage de la lecture (Valdois, Bosse et Tainturier, 2004). Nous nous proposons de contribuer à montrer les effets positifs d'une rééducation informatisée ciblée, par le biais du logiciel MAEVA, sur le trouble cognitif sous-jacent de l'empan visuo-attentionnel. Valdois *et al.* (2013) ont déjà montré l'efficacité d'une méthode papier/crayon sur l'entraînement de l'empan visuo-attentionnel. Par ailleurs, l'on connaît l'impact positif sur la plasticité cérébrale du travail répétitif d'une même tâche, qui normalise et compense les fonctions déficitaires (Dehaene, 2007).

Notre premier objectif est de montrer que les performances d'un groupe d'enfants ayant un déficit de l'empan VA - suite à une rééducation intensive avec le logiciel MAEVA - devraient s'améliorer significativement. Cela permettrait d'en déduire que les troubles cognitifs sous-jacents de nature visuo-attentionnelle peuvent être améliorés, voire normalisés suite à une action ciblée sur le déficit cognitif sous-jacent.

Notre deuxième objectif est de montrer qu'un entraînement intensif de l'empan visuo-attentionnel améliore la lecture. Nous en déduirions qu'il y a bien un lien causal entre troubles de l'empan VA et lecture (Bosse, Valdois, 2009).

Notre troisième objectif est de montrer que l'amélioration des performances de l'empan visuo-attentionnel du groupe expérimental n'est pas due à un effet de maturation, de familiarité avec les stimuli ou encore, à un effet placebo

Notre quatrième objectif est de montrer que les effets de la rééducation MAEVA semblent durables.

2. Profil du groupe expérimental

Les dix enfants recrutés dans notre groupe expérimental évoluent dans un milieu normalement stimulant, bénéficient d'un enseignement approprié et présentent une intelligence dans la norme. Ils n'ont par ailleurs pas de troubles sensoriels, ou s'ils en ont, ces troubles ont été rééduqués ou encore, les enfants ont été appareillés.

Avec un âge moyen de 10 ans (niveau CM1, juillet) au test de l'Alouette, le groupe accuse un retard de lecture de 2 ans 9 mois en moyenne, ce qui représente un âge lexique de 7 ans 3 mois (niveau CE1, octobre). En outre, les 9 scores sur 12 échoués aux épreuves de lecture de listes de mots et de non-mots de la liste ODEDYS soulignent que la lecture

de mots irréguliers est particulièrement déficitaire, mais sans grand décalage avec les mots réguliers ou non-mots.

Concernant les compétences cognitives sous jacentes, le groupe expérimental a montré un déficit de l'empan visuo-attentionnel, vérifié à travers les épreuves de report partiel et de report global (respectivement 38 % et 36 % des lettres ne sont pas reportées). De façon contrastée, les compétences méta-phonologiques se situent dans la norme ainsi que la mémoire à court-terme et la mémoire de travail (norme basse).

Ce groupe nous donne l'opportunité d'explorer les effets d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel sur les performances de lecture et d'orthographe. Il a été engagé dans un programme de rééducation intensif dans le but d'améliorer les compétences en empan VA. Les épreuves de post-test nous ont permis de mettre en avant une réelle amélioration de l'empan VA suite à l'entraînement intensif, nous permettant d'analyser l'impact des progrès en empan VA sur les compétences en lecture.

La deuxième phase d'entraînement, non ciblée, nous a permis de constater une baisse de la progression de l'empan VA sans pour autant affecter les acquis du premier entraînement, laissant supposer une certaine stabilité de l'amélioration de l'empan VA.

La présence d'un groupe contrôle, de même taille, et comportant un niveau de dyslexie également sévère, mais sans trouble cognitif sous-jacent de l'empan VA, nous a permis de vérifier que les progrès du groupe expérimental n'étaient pas attribuables à un effet placebo de l'entraînement.

II. Discussion détaillée et validation des hypothèses

1. Un déficit de l'empan VA

Comme cela a été précédemment mis en avant dans des groupes d'enfants dyslexiques français ou anglais (Bosse *et al.*, 2007), le groupe expérimental a fait preuve de performances faibles ou déficitaires dans les épreuves de report global ou partiel mettant en œuvre le processus de traitement parallèle (modèle théorique MTM selon Ans, Carbonnel & Valdois, 1998). Bien que ces épreuves nécessitent une réponse verbale et utilisent des stimuli alpha-numériques, il a été prouvé que la performance dans ces épreuves n'est pas sensible à la mémoire à court-terme (Lassus-Sangosse, N'Guyen-Morel & Valdois, 2008), et ne reflète pas un déficit de transcodage grapho-phonologique (Valdois *et al.*, 2012).

De plus, les faibles performances du groupe ne peuvent pas être attribuées à un éventuel retard d'acquisition dans le traitement de lettres isolées. En effet, les performances du groupe en identification de lettres isolées étaient conformes aux normes attendues dans les catégories d'âges concernées. Rappelons que le processus de traitement parallèle est sensible aux ressources VA du sujet mais aussi à la capacité à discriminer les lettres isolées (Bundesen, 1990 ; Dubois *et al.*, 2010). Une faiblesse dans le traitement de lettres isolées aurait pu affecter la performance de lecteurs débutants dans les tâches de report, ce qui n'est pas le cas de nos 10 sujets du groupe expérimental, au vu des performances réalisées dans l'épreuve de contrôle.

Par ailleurs, nous avons constaté que l'épreuve de report partiel est bien plus sensible à l'amélioration des performances en empan visuo-attentionnel que l'épreuve de report global. Cette différence de résultat renforce l'intérêt respectif de chaque épreuve, aucun effet re-test n'étant possible.

De ce fait, les faibles performances du groupe expérimental dans les épreuves de report global et partiel peuvent être raisonnablement attribuées à un déficit ou une faiblesse de l'empan VA, c'est-à-dire une limitation des ressources VA qui peuvent être allouées au traitement parallèle de plusieurs lettres.

2. Effets d'un déficit de l'empan VA sur les performances de lecture

Un nombre grandissant d'études ont exploré l'impact d'un déficit de l'empan VA sur les performances de lecture (Bosse *et al.*, 2007 ; Bosse et Valdois, 2009 ; Dubois *et al.*, 2010 ; Prado *et al.*, 2007 ; Valdois *et al.*, 2011).

La faiblesse de l'empan VA s'accompagne dans le groupe expérimental de difficultés en lecture de mots, quels que soient les stimuli proposés (mots réguliers et irréguliers, pseudo-mots) ainsi que d'une lenteur en lecture de mots. En lecture de texte, une extrême lenteur est également patente. Il a été mis en avant que les capacités d'empan VA modulent à la fois la précision en lecture et la vitesse de lecture chez des lecteurs

normaux, et ce, dès le début de l'acquisition de la lecture (Bosse & Valdois, 2009). Le lien entre empan VA et vitesse de lecture a aussi été souligné chez les enfants dyslexiques de langue maternelle anglaise ou française (Bosse *et al.*, 2007). Dans une étude récente portant sur des enfants français normo-lecteurs, Lobier *et al.* (2013) ont montré que le développement de la vitesse en lecture de texte est dépendant de la capacité de l'empan VA. Cette information est à rapprocher du fait que les capacités d'empan VA prédisent le nombre de lettres traitées en parallèle à chaque fixation oculaire (Prado *et al.*, 2007). Un large empan VA permet de traiter et d'identifier un plus grand nombre de lettres simultanément, favorisant ainsi une procédure de lecture globale plus rapide. A l'inverse, un petit empan VA, comme on le voit dans le groupe expérimental, limite la quantité d'information visuelle permettant l'identification du mot, favorisant une procédure analytique plus lente, basée sur l'analyse des unités sublexicales.

De plus, une atteinte de la procédure globale et l'utilisation privilégiée de la procédure analytique en lecture devrait avoir eu pour conséquence des résultats particulièrement chutés en lecture de mots irréguliers, avec la prédominance d'erreurs de régularisation. Les performances du groupe expérimental sont en partie conformes à cette attente. C'est en effet en lecture de mots irréguliers HF des listes de l'ODEDYS que les performances sont les plus chutéées, avec une lecture très lente et la production de nombreuses erreurs de régularisation, signe que les mots irréguliers ont été lus par la voie analytique, grâce aux bonnes connaissances des règles grapho-phonétiques et aux compétences métaphonologiques des enfants du groupe expérimental

Bien qu'on s'attende à ce qu'une faiblesse de l'empan VA impacte en premier lieu la lecture des mots, des arguments théoriques et cliniques suggèrent que la lecture des pseudo-mots peut être altérée secondairement. Au niveau théorique, un trouble de l'empan VA, s'il est suffisamment sévère pour atteindre les processus de traitement parallèle de graphèmes de plusieurs lettres (trigrammes par exemple) ou de syllabes, peut perturber la lecture des unités sublexicales, entraînant ainsi une atteinte de la performance dans la lecture de pseudo-mots (Ans *et al.*, 1998 ; Valdois *et al.*, 2004). Au niveau clinique, on a déjà démontré que les capacités d'empan VA contribuent à la performance en lecture de pseudo-mots chez l'enfant dyslexique (Bosse *et al.*, 2007) et non dyslexique (Bosse et Valdois, 2009). Une monographie d'un enfant français dyslexique (Valdois *et al.*, 2011) a mis en avant le fait que de faibles performances en lecture de pseudo-mots peuvent se retrouver dans le contexte d'un empan VA déficitaire mais de compétences phonologiques préservées. A noter que dans ce cas de figure, les faibles scores en lecture de mots (réguliers et irréguliers) et pseudo-mots relèvent de la même difficulté à traiter simultanément l'ensemble des lettres composant la séquence (mots, syllabes ou graphèmes). En conformité avec ces éléments, la lecture de pseudo-mots de la liste ODEDYS était échouée en score, bien que normalisée en temps dans notre groupe expérimental.

3. Impact du programme d'entraînement MAEVA sur l'empan visuo-attentionnel

Un entraînement intensif auprès d'enfants dyslexiques, ciblé sur leurs troubles phonologiques sous-jacents, ayant montré toute son efficacité à améliorer leur

performance en lecture (Temple *et al.*, 2003 ; Castles et Coltheart, 2004), un programme d'intervention ayant pour objectif de développer l'empan VA a été élaboré. Une étude portant sur un groupe de 30 enfants (Jucla, 2010) a notamment permis de le mettre en œuvre. Il a montré les effets positifs d'un protocole "papier/crayon" dans la prise en charge des troubles de l'empan VA. Ce matériel a depuis été diffusé auprès des professionnels de la rééducation des troubles du langage sous le nom de COREVA.

Dans la mesure où les logiciels de rééducations adaptatifs (Dehaene, 2007) ont montré leurs nombreux avantages, notamment dans leur capacité à détecter le niveau de l'enfant et adapter en conséquence les niveaux de difficulté des exercices, l'objectif de notre étude était de tester un programme adaptatif d'entraînement informatisé de l'empan visuo-attentionnel, du nom de MAEVA. Les atouts de cette rééducation par ordinateur sont nombreux. Permettre un contrôle plus strict du temps d'entraînement, intégrer un logiciel adaptatif permettant de se situer dans la zone proximale de développement de l'enfant, mais aussi, par son usage à domicile, permettre un travail régulier, intensif sur une base quotidienne ou presque.

Le déficit de l'empan VA pouvant s'étendre à des tâches non verbales (Reilhac *et al.*, 2012) et à du matériel non verbal (Lobier *et al.*, 2012), les exercices proposés sur MAEVA intègrent des tâches de catégorisation impliquant du matériel non alpha-numérique (figures géométriques ouvertes et fermées, idéogrammes) et du matériel alpha-numérique (chiffres et lettres). 5 familles de caractères sont ainsi proposées. L'algorithme adaptatif joue sur les 3 paramètres que sont le nombre de caractères (de 2 à 7), le temps de présentation (de 500 ms à 100 ms), et le type d'exercices (6 consignes différentes). Les exercices ont été programmés de façon à mettre en jeu de plus en plus de caractères à traiter en parallèle au fil des séances, augmentant ainsi la difficulté en fonction des progrès de l'enfant.

Le logiciel est configuré dans le but d'assurer un taux de réussite à l'enfant de 75 % minimum, permettant de le maintenir dans la spirale de la réussite, source de motivation supplémentaire et de plaisir, deux éléments indispensables pour augmenter les bénéfices de son apprentissage.

Les enfants du groupe se sont entraînés sur ces exercices 15 minutes par jour, 5 jours par semaines durant 6 semaines. Le point essentiel étant le fait que seul l'empan VA était entraîné au cours de cet entraînement.

Il est primordial de noter que les exercices proposés pour entraîner l'empan VA n'étaient pas la réplique des tâches de report utilisées pour tester l'empan VA. Au contraire, bien que l'entraînement implique les capacités de l'empan VA, l'amélioration des performances en post-test 1 du groupe expérimental ne peut pas être interprétée comme résultant de la répétition des tâches de report qui seraient devenues très familières. Après la période d'entraînement avec MAEVA, nous avons en premier lieu vérifié l'efficacité des exercices sur l'empan VA du groupe des 10 enfants. La comparaison des tâches de report pré-post test ont montré un effet positif de l'entraînement sur l'empan VA. Alors que le déficit du groupe était sévère avant l'entraînement, les progrès accomplis ont permis d'améliorer les scores jusqu'à obtenir un score dans la norme faible.

Par ailleurs, il était important de s'assurer que les progrès du groupe expérimental constatés entre T0 et T1 ne soient pas dus à un effet de maturation, les enfants ayant évolué durant les 6 semaines, ou à un effet placebo, les améliorations n'étant pas dues à

l'efficacité de l'entraînement mais aux seuls bénéfices espérés par le patient (mécanisme neurobiologique impliquant le système dopaminergique du cerveau).

Pour cela, nous avons administré au groupe contrôle, constitué d'enfants dyslexiques sans déficit de l'empan VA ou phonologique sous jacents, un entraînement placebo (logiciel EPC). Nous ne constatons aucun progrès significatif de l'empan VA en T1. Ce résultat suggère que l'empan VA des enfants du groupe expérimental n'a probablement pas pu évoluer, entre T0 et T1, du fait de l'effet de maturation, une période de 6 semaines étant d'ailleurs une période de relative courte durée. L'effet placebo, non vérifié sur le groupe contrôle, ne semble pas avoir joué non plus, ni expliquer les progrès de l'empan VA.

Notre deuxième hypothèse a ainsi été validée. Nous pouvons alors conclure que les améliorations obtenues avec le logiciel MAEVA ne sont pas dues à un effet de maturation, de familiarité avec les stimuli ou placebo.

4. Impact du programme d'entraînement MAEVA sur les compétences dans le domaine de la lecture

Nous avons ensuite émis l'hypothèse que l'amélioration de l'empan VA devrait avoir eu un impact positif sur la lecture, puisque nous savons que l'empan VA influence directement l'acquisition de la lecture (Ans *et al.*, 1998 ; Bosse et Valdois, 2009 ; Valdois *et al.*, 2004). Après 6 semaines de remédiation focalisée sur l'empan VA, le groupe a montré des progrès significatifs en lecture. Les progrès ont plus particulièrement été observés dans la lecture de mots réguliers et pseudo-mots mais aussi en lecture de texte, avec une amélioration de plus de 30 % de la vitesse de lecture. Ces progrès ne sont pas attribuables à l'effet de répétition, les listes de mots et les textes étant différents à chaque session de contrôle. On ne peut guère non plus attribuer ces progrès à l'évolution naturelle de la performance, indépendamment de l'entraînement, en seulement 6 semaines. Nous pouvons faire l'hypothèse que la procédure analytique a comparativement mieux progressé que la procédure globale, l'empan VA étant très déficitaire en T0. Nous pouvons supposer que les enfants, bien que dotés de meilleures compétences en empan VA, n'ont pas encore une expérience de lecture assez grande pour pouvoir stocker un grand nombre de mots irréguliers en mémoire. Nous pouvons secondairement en déduire qu'une rééducation ciblée sur le stock lexical pourra être efficace à la condition de développer un empan VA efficient.

On ne peut pas exclure la possibilité que l'amélioration des résultats en empan VA résulte en un meilleure analyse des graphèmes, à la fois en précision et en rapidité, ce qui améliore en conséquence les processus phonologiques (Vidyasagar & Pammer, 2010). Cependant, cela est peu probable. Tout d'abord, rappelons que les performances phonologiques du groupe étaient bonnes avant le programme d'entraînement. De ce fait, même si l'amélioration de l'empan VA avait un effet indirect sur les compétences phonologiques, celles-ci ne représentent pas la principale cause explicative des progrès en lecture. Qui plus est, l'amélioration des compétences phonologiques devrait affecter en premier lieu la lecture des pseudo-mots, cependant la lecture des mots réguliers a proportionnellement plus progressé.

Notre hypothèse a ainsi pu être validée. Nous pouvons conclure à l'amélioration des capacités de traitement simultané, c'est-à-dire à une augmentation de l'empan VA, qui permet d'améliorer les performances en lecture des enfants dyslexiques.

5. Impact du programme d'entraînement MAEVA à plus long terme sur les capacités de l'empan VA et sur la lecture

La remédiation placebo n'ayant pas eu d'effet sur l'empan VA entre T0 et T1 auprès du groupe contrôle, nous pouvons faire l'hypothèse qu'elle n'aura pas davantage d'effets entre T1 et T2 auprès du groupe expérimental. Nous pouvons en déduire que ce que nous observons en T2 est principalement dû aux bénéfices de l'entraînement de l'empan VA réalisé en T1.

Il est intéressant de constater que les performances dans les épreuves de report partiel et report global réalisées en T1, immédiatement après l'entraînement ciblé, se sont maintenues en T2.

Nous pouvons ainsi vérifier notre hypothèse selon laquelle les effets de la remédiation avec MAEVA semblent durables.

Cette stabilisation des performances est observée également dans les épreuves de lecture, en lecture de pseudo-mots et en lecture de texte. Les performances en lecture de mots réguliers et irréguliers ont de leur côté largement progressé en T2. L'on peut supposer que les enfants, après avoir augmenté leurs capacités d'empan VA, améliorent leurs performances, notamment en vitesse. Les performances en mots irréguliers, qui n'avaient que peu évolué en T1 (score non significatif), ont davantage évolué en T2. Nous pouvons faire l'hypothèse que les enfants, au fil des semaines, améliorent leur expérience en lecture grâce à des meilleures capacités d'empan VA qui leur permettent de mieux stocker la forme globale des mots en mémoire.

Notre hypothèse générale ayant été validée, nous pouvons conclure que le trouble de l'empan VA est bien à l'origine de la dyslexie chez ces enfants, comme prédit par Bosse, Tainturier & Valdois (2007).

D'un point de vue clinique, nous pouvons donc conclure que MAEVA peut constituer une méthode de rééducation efficace et réduire le handicap des enfants dyslexiques.

III. Éléments critiques et perspectives

1. Sélection de l'échantillon

Dans le but d'obtenir la population la plus homogène possible, nous n'avons pu retenir que 10 enfants dans notre groupe expérimental.

Il serait intéressant, à plus grande échelle, de recruter un échantillon plus large, permettant de constituer des sous-groupes homogènes afin de les comparer sur certains points essentiels pour notre recherche. Par exemple, l'on pourrait comparer les données selon l'ordre d'utilisation du logiciel de rééducation en phase 1 et 2, et les croiser avec les troubles sous-jacents isolés, de l'empan VA ou phonologiques.

D'autres biais, non contrôlés, ont sans doute été introduits du fait de la nature de l'entraînement proposé. Pour que l'entraînement puisse se mettre en place, il fallait en effet que la famille de l'enfant réponde à plusieurs critères, à savoir : être de structure stable permettant à l'enfant de s'entraîner sur la durée des deux fois 6 semaines avec le même ordinateur (cela excluait par exemple les enfants bénéficiant d'un mode de garde alterné), disposer d'un ordinateur et avoir des compétences basiques en informatique pour mener à bien l'installation du logiciel, suivre attentivement le programme de rééducation de l'enfant. Cela excluait de fait les familles pratiquant la garde alternée, les familles les plus fragiles économiquement, ou encore, les moins impliquées au niveau éducatif.

2. Epreuves diagnostiques

Les épreuves métaphonologiques comportaient trois sous-tests. Deux d'entre eux n'étaient pas étalonnés en temps. Notre projet de procéder à la mise en place de cet étalonnage n'a malheureusement pas pu se faire, par manque de temps.

Néanmoins, nous avons écarté de la population contrôle les "outliers", c'est-à-dire les enfants ayant obtenu des scores en temps aberrants. (scores environ trois fois supérieurs à la moyenne du groupe).

Les épreuves de lecture contrôles réalisées en pré et post-test étaient chaque fois différentes, tout en étant équilibrées. Néanmoins, ne faisant pas l'objet d'une cotation, nous n'avons pu que comparer les résultats d'une période à l'autre.

3. Matériel et protocole d'entraînement

Les orthophonistes sont de plus en plus sensibilisés à la nécessité du caractère intensif de la rééducation. Effectivement, divers travaux mettent en évidence les bénéfices obtenus lors d'une intervention intensive (Dehaene, 2007) par rapport à une prise en charge moins soutenue et plus diluée dans le temps. En pratique, cela se traduit notamment par une augmentation du nombre de séances hebdomadaires (deux à trois au lieu d'une seule) dans les prises en charge orthophoniques. Le programme d'entraînement utilisé ici a l'avantage d'intervenir sur un déficit ciblé et précisément évalué en répondant

à cette caractéristique d'intensité sur une durée relativement courte. Il complète ainsi de façon très efficace des séances de rééducation orthophonique.

Néanmoins, ce type d'intervention exige une implication et une collaboration très forte de l'enfant, mais aussi de sa famille qui doit accompagner et encourager l'enfant. Cette implication n'est pas toujours facile à obtenir. En effet, bien que les séances durent 15 minutes, ce laps de temps n'est pas toujours aisé à trouver dans les emplois du temps surchargés des enfants : activités sportives ou culturelles, devoirs à faire à la maison, sans parler des rendez-vous chez l'orthophoniste, ou autre.

Nous pouvons objectivement nous interroger sur les limites à transposer ce type d'intervention au plus grand nombre.

De plus, bien que motivés à l'idée de suivre une rééducation informatisée, les enfants ont en grande majorité été quelque peu lassés par le côté répétitif des exercices. Ils ont en revanche été très motivés par l'affichage d'un score reflétant leurs performances.

4. Perspectives

Les résultats observés suggèrent une amélioration des capacités de l'empan VA et des performances en lecture, notamment au niveau du traitement analytique et de la procédure globale, en ce qui concerne la précision et la vitesse d'accès au lexique. Il serait intéressant de vérifier sur le long terme si les capacités de l'empan VA de chaque enfant sont maintenues ou même améliorées, tout comme les performances en lecture. En effet, l'on peut supposer que les meilleures performances de leurs procédures d'identification devraient leur permettre d'enrichir leur lexique, et ainsi d'augmenter leurs résultats en scores et en temps de lecture.

Aussi, afin de s'assurer que les performances obtenues ne sont dues qu'à la rééducation exclusive du trouble de l'empan VA, la comparaison entre un échantillon d'enfants ayant un trouble cognitif isolé de l'empan VA et d'un échantillon d'enfants ayant un trouble cognitif isolé phonologique serait très intéressante. C'est le projet d'étude que mène actuellement Rachel Zoubrinetsky.

Nous pouvons malgré tout suggérer que les résultats obtenus sont bien la conséquence de la prise en charge spécifique avec le logiciel MAEVA. Ainsi, les résultats laissent-ils entrevoir des perspectives optimistes sur l'efficacité du logiciel.

Grâce à ce mémoire, nous avons montré qu'il est possible de restaurer l'un des troubles cognitifs sous-jacents de la dyslexie, le trouble de l'empan VA, dans une période très courte, par le biais d'un entraînement intensif et ciblé avec un logiciel adaptatif.

Nos espoirs portent sur la possibilité de diffusion de l'outil MAEVA auprès des orthophonistes et des familles des enfants. En effet, nous avons vu qu'en agissant directement sur le mécanisme déficitaire, les compétences en lecture s'amélioraient et les conséquences comportementales du trouble de l'empan VA tendaient à s'estomper.

CONCLUSION

Au cours de cette étude, nous avons envisagé l'hétérogénéité clinique des profils de dyslexie en fonction de leurs causes multiples. Selon la conception pluraliste, deux troubles cognitifs sous-jacents à l'activité de lecture et d'écriture ont été identifiés : le trouble phonologique et le trouble d'empan visuo-attentionnel. Le trouble phonologique a été largement décrit et de nombreuses rééducations ont montré leur efficacité dans la pratique clinique. Les premières remédiations du trouble de l'empan visuo-attentionnel, bien que prometteuses, demandent à être confirmées.

Notre objectif était de valider un outil informatisé de remédiation ciblé sur le trouble de l'empan visuo-attentionnel, du nom de MAEVA, par le biais d'un entraînement régulier et intensif. S'appuyant sur un cadre théorique précis, le modèle multi-traces MTM (Ans, Carbonel & Valdois, 1998), le logiciel propose d'entraîner spécifiquement le trouble de l'empan VA dont la présence a été démontrée auprès de la population expérimentale par un outil approprié permettant de poser le diagnostic.

Les résultats de la présente étude ont révélé que ce trouble cognitif, après une rééducation intensive de six semaines par le biais de MAEVA, diminuait de façon significative jusqu'à devenir une simple faiblesse. Par ailleurs, il semble qu'il y ait un lien explicite entre la fonction cognitive entraînée et l'activité lecture, des progrès ayant été observés en lecture de mots réguliers, de pseudo-mots et en lecture de texte. En outre, une vérification des compétences de l'empan VA, 14 semaines après la période initiale, nous a permis de constater que les progrès enregistrés suite à l'entraînement s'étaient maintenus.

Ces résultats sont prometteurs, mais leur interprétation doit toutefois demeurer prudente au regard de la taille de notre échantillon. De plus, les troubles cognitifs identifiés dans notre population expérimentale n'étant pas purs pour la totalité de l'échantillon, un doute subsiste sur l'influence mutuelle des deux troubles sous-jacents aux progrès mesurés. Nous espérons que Rachel Zoubrinetsky, dans l'étude plus large qu'elle mène dans le cadre de son doctorat, pourra confirmer, affiner et valider ces résultats.

Il est cependant raisonnable d'envisager la contribution positive du programme MAEVA à la rééducation de la dyslexie développementale avec trouble de l'empan VA.

L'orthophoniste, principal soignant du trouble du langage écrit, peut ainsi espérer avoir prochainement à sa disposition un nouveau type d'outil permettant la restauration de ce déficit cognitif. Cet outil devra être prioritairement proposé pour un usage au domicile de l'enfant, la régularité et l'intensivité étant des facteurs clé de progrès, en complément de séances en cabinet. Ainsi, il sera intéressant de pouvoir prendre en compte, dans la pratique orthophonique, non plus seulement l'efficacité des voies de lecture mais également la manifestation des troubles cognitifs sous-jacents, d'abord au niveau du bilan puis dans la mise en place d'un plan de rééducation.

BIBLIOGRAPHIE

ARNBAK E. & ELBO C. (2000). "The effects of morphological awareness training on reading and spelling skills of young dyslexics." *Scandinavian Journal of Educational Research*, 44, 229-251

AVERBACH E., CORRIEL A.S. (1961) "Short-term memory in vision." *BELL SYSTEMS TECHNICAL JOURNAL*, 40, 309-328

BADDELEY A.D. (1992), "Working memory", *Sciences*, 255: 556-559

BADIAN NA. (1999) "Reading disability defined as a discrepancy between listening and reading comprehension : a longitudinal study of stability, gender differences, and prevalence." *J.LEARN DISABIL*, 32 : 138-148

BALL, E., & BLACHMAN, B.A. (1991). "Does phoneme awareness training in kindergarden make a difference in early word recognition and developmental spelling ?" *Reading Research Quarterly*, 26, 49-65

BEDNAREK et coll. (2004) "Attentional deficit in dyslexia : a general or specific impairment". *Neuro Report*, 15 : 1787-1790

BEDOIN N., ROUSSEL C., LECULIER L., KEITA L., HERBILLON V. & LAUNAY L. (2009) "Evaluation et remédiation d'un déficit visuo-attentionnel chez les enfants dyslexiques de surface. In DEVEVEY A. (Ed) "Dyslexies : Approches thérapeutiques de la psychologie cognitive à la linguistique (p 13-43). *Marseille, Solal*

BOSSE M.L., TAINTURIER M.J. & VALDOIS S. (2007). "Developmental dyslexia : The visual attention span deficit hypothesis." *Cognition*, 104 : 198-230

BOWERS P, WOLF M. (1993) "Theoretical links among naming speed, precise timing mechanisms and orthographic skill in dyslexia; *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 5 : 69-95

BRIN-HENRY F., COURIER C., LEDERLE E., MASY V. (2004) "*Dictionnaire d'orthophonie.*" ORTHO EDITION

CARBONNEL S., GILLET P., MARTORY M.-D., VALDOIS S. (2004) "Approche cognitive des troubles de la lecture et de l'écriture chez l'enfant et chez l'adulte". *SOLAL, Isbergues*, 303 pages. ISBN : 2-94121-22-9

CASCO and coll. (1999) "Visual selective attention and reading : evidence from the neglect syndrome." *Cognitive Neuropsychology*, 8 : 287-309

CASSAR M., TREIMAN R., MOATS L., POLLO TC. & KESSLER B. (2005). "How do the spellings of children with dyslexia compare with those of non-dyslexic children ?" *Reading and writing : An Interdisciplinary Journal*, 15, 73-107

CASTLES A. & COLTHEART M. (1993) "Varieties of developmental surface dyslexia : a single case". *Cognition*, 47 : 149-180

CASTLES A. & COLTHEART M. (1996) "Cognitive correlates of developmental surface dyslexia : a single case." *Cognitive Neuropsychology*, 13 : 25-50

CHEMINAL R., BRUN V. (2002) "Les dyslexies. Rencontres en rééducation." *MASSON, Paris*. 134 pages. ISBN : 2-294-00961-4

CHIAPPE P, STRINGER N., SIEGEL LS, STANOVICH K. (2002) "Why the timing deficit hypothesis does not explain reading disability in adults". *Reading and writing : An interdisciplinary Journal*, 15 : 73-107

CRITCHLEY M. (1970) "The dyslexic child" *William Heinemann Medical Books Ltd*

DANON-BOILEAU, L. & BARBIER, D. (2002). *Play on : un logiciel d'entraînement à la lecture*. CD-ROM PC : Audi-Média

DEHEANE S. (2007). "Les neurones de la lecture". *Odile JACOB, Paris*. 475 pages. ISBN : 978-2-7381-1974-2

DEMONET, J.F., TAYLOR, M.J. & CHAIX, Y. (2004). "Developmental dyslexia", *The Lancet*, 363, 1451-1460.

DEVEVEY A. (2009) "Dyslexies. Approches thérapeutiques, de la psychologie cognitive à la linguistique". *SOLAL éditeur, Marseille*. Collection Troubles du développement psychologique et des apprentissages. 293 pages. ISBN: 978-2-35327-070-5

DUBOIS M., KYLLINGSBAEK S., PRADO C., MUSCA S.C., PFEIFFER E., LASSUS-SANGOSSE D. & VALDOIS S. (2010) "Fractionating the multi-character processing deficit in dev. dyslexia : Evidence from two cases studies." *Cortex*, 46 : 717-738

EDEN et coll. (2003) "Attentional functions in dorsal and ventral simultagnosia." *Cognitive Neuropsychology* 20 : 675-701

EDEN, G.F., JONES, K.M., CAPPEL, K., GAREAU L., WOOD F.B., ZEFFIRO T.A., DIETZ N.A., AGNEW J.A. & FLOWERS D.L. (2004) "Neural changes following remediation in adult developmental dyslexia" *Neuron*, 44 (3), 411-422

EHRI, L.C., NUNES, S.R., WILLOWS, D.M., SCHUSTER, B.V., YAGHOUB ZADEH, Z. & SHANAHAN, T. (2001) "Phonemic awareness instruction helps children learn to read : Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis". *Reading Research Quarterly*, 36, 250-287

EXPERTISE COLLECTIVE. (2007) "Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie. Bilan des données scientifiques". *INSERM, Paris*. 841 pages. ISBN : 978-2-85598-856-X

FACOETTI, A., PAGANONI, P., TURATTO, M., MARZOLA, V. & MASCETTI, G.G.(2000) : "Visual spatial attention in developmental dyslexia." *Cortex*, 2000, 36 : 109-123

FACOETTI A., MOLTENI M. (2001) "The gradient of visual attention in developmental dyslexia." *Neuropsychologia*, 39 : 352-357

FACOETTI A., LORUSSO M.L., CATANEO, C., GALLI, R., & MOLTENI, M. (2005) Visual and auditory attentional capture are both sluggish in children with developmental dyslexia. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 65 : 61-72

FACOETTI, A., ZORZI, M., CESTNICK, L., LORUSSO, M.L., MOLTENI, M., PAGANONI, P., UMILTA, C. & MASCETTI, G.G. (2006) "The relationship between visuospatial attention and nonword reading in developmental dyslexia." *Cognitive Neuropsychology*, 23 : 841-855

FRANCESCHINI, S., GORI, S., RUFFINO, M., VIOLA, S., MOLTENI, M., PAGANONI, P., *et al.* (2006). "The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia." *Cognitive Neuropsychology*, 23, 6, 841-855.

FRITH U., (1981) "Experimental approaches to developmental dyslexia : an introduction." *Psychology research*, 43 : 97-109

FRITH U. (1985) "Beneath the surface of developmental dyslexia". In : Patterson K., Coltheart M., Marshal J.C. (éds), *Surface dyslexia*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 301-330.

FRITH U.,(1986) "A developmental framework for developmental dyslexia." *Annals of Dyslexia*, 36, 69-81

GALABURDA A.M., & KEMPER T.L. (1997) "Cytoarchitectonic abnormalities in developmental dyslexia : a case study." *Annals of Neurology*, 6, 94-100

GEIGER G., LETTVIN J.Y. & ZEGARRA-MORAN O. (1992) "Task determined strategies of visual process". *Cognitive Brain research*, 1 : 29-52

GEIGER G. & LETTVIN J.Y. (2000) "Developmental dyslexia : A different perceptual strategy and how to learn a strategy for reading." *Child Development and Disabilities*, 26 : 73-89

GIRAUD K, DEMONET DÉMONET JF, HABIB M, MARQUIS P, CHAUVEL P, LIEGEOIS-CHAUVEL C. (2005) "Auditory Evoked Potential Patterns to Voiced and Voiceless Speech Sounds in Adult Developmental Dyslexics with Persistent Deficits". *Cereb Cortex*. 15:1524-1534

GOMBERT, JE (1991) "Le développement métalinguistique", *PUF*

GOULANDRIS N.K. & SNOWLING M. (1991) "Visual memory deficits : a plausible cause of developmental dyslexia ? Evidence from a single case study." *Cognitive Neuropsychology*, 8 : 127-154

HABIB M., (1997) "Dyslexie : le cerveau singulier" *SOLAL, Marseille*

HABIB M., (2002) Bases neurologiques des troubles spécifiques d'apprentissage" *Réadaptation Onïsep*, 486 : 16-28

HABIB, M., REY, V., DAFFAURE, V., CAMPS, R., ESPESSER, R., JOLY-POTTUZ, B., et al. (2002). Phonological training in children with dyslexia using temporally modified speech : a three-step pilot investigation". In *J Lang Commun Disord*, 37(3), 289-308

HANLEY J.R., HASTIE K. & KAY J. (1992) "Developmental surface dyslexia and dysgraphia : an orthographic processing impairment." *The Quaterly Journal of Psychology*, 44 : 285-319

HAWELKA S. & WIMMER H. (2005) "Impaired visual processing of multi-element arrays is associated with increased number of eye movements in dyslexic reading." *Vision Research*, 45 : 855-863

HARI R., RENVALL A. (2001) "Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia" *Trends in Cognitive Sciences*, 5 : 525-532

ILES J, WALSH V., RICHARDSON A. (2000) "Visual search performance in dyslexia." *Dyslexia*, 6 : 163-177

JUCLA, M., (2010). "Actualité et exemple de protocol multimodal dans la prise en charge de la dyslexie" in *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages*, Ed Solal

KILGARD, M.P., & MERZENICH, M.M. (1998) "Cortical map reorganization enabled by nucleus basalis activity". *Science*, 279 (5537), 1714-1718.

LAPALUS-NETTER G. (1987) Le travail psychothérapique avec les parents d'enfants handicapés. *Revue Internationale de Pédiatrie*. 170:5-10

LASSUS-SANGOSSE D., FONTAINE D., BABEL S., DREVILLON J.M. & VALDOIS S. (2007) "Nature du trouble de l'empan visuo-attentionnel dans les dyslexies développementales." *Psychologie et Education*, 1 : 59-76

LAUNAY L. & VALDOIS S. (2004) 3Evaluation et prise en charge cognitive de l'enfant dyslexique et/ou dysorthographique de surface." In VALDOIS S., COLE P., & DAVID D. (Eds) "Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales : de la théorie à la pratique" 209-232. *Editions Solal*

LAXON V., COLTHEART V., KEATY G.C., (1988) "Children find friendly words friendly too : words with many orthographic neighbours are easier to read and spell". *British Journal of Education Psychology*, 58, 103-119.

LINVINGSTON et coll. (1991) "Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia." *Proceedings of the National Academy of Science*, 88 : 7943-7947

- LOBIER, M., VALDOIS, S., (2009). "Prise en charge des dyslexies développementales : critères d'évaluation". *Revue de neuropsychologie, Neurosciences cognitives et cliniques*.(soumis)
- LOBIER M., ZOUBRINETSKY R., VALDOIS S. (2012) "The visual attention span deficit in developmental dyslexia is visual and not verbal" *Cortex*, 48 : 768-773
- LUNDBERG et col., (1987) "Effects of an extensive program for stimulating phonological awareness in preschool children." *Reading Research quarterly*, 23 : 263-284
- MARENDAZ C., VALDOIS S., WALCH J.P. (1996) "Dyslexie développementale et attention visuo-spatiale". *L'année psychologique*, 193-224
- MARSHALL J.C., & NEWCOMBE F. (1973) "Patterns of paralexia : A psycholinguistic approach." *Journal of Psycholinguistic Research*, 2, 175-199
- MARTELLI, M., DI FILIPPO, G., SPINELLI, D., ZOCOLOTTI, P.L. (2009). "Crowding, reading and developmental dyslexia". *Journal of Vision*, 9, 4-18.
- MARTINET C. & VALDOIS S. (1999) "L'apprentissage de l'orthographe et ses troubles dans la dyslexie développementale de surface." *L'année psychologique* , 99 : 577-622
- MASONHEIMDER P.E., DRUM P.A., EHRI L.C. (1984) : "Does environmental print identification lead children into word reading ?" *Journal of Reading Behavior*, 16, 257-171
- MAZEAU M. (2005) "Neuropsychologie et troubles des apprentissages. Du symptôme à la rééducation". *MASSON, Paris*. 286 pages. ISBN : 978-2-294-01929-6
- MERZENICH M.M., JENKINS W.M., JOHNSTON P., SCHREINER C., MILLER S.L. & TALLAL P. (1996) "Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training". *Science*, 271 (5245), 77-81
- N. FRIEDMANN & I. NACHMAN-KATZ (2004). "Developmental neglect dyslexia in a Hebrew reading child", *Cortex*, 40, 301-313.
- NAZIR T. & AGHABADIAN V. (2004) "Diagnostic des stratégies déviantes de lecture". In "Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales" VALDOIS S., COLE P. & DAVID D., *SOLAL, Marseille*
- ORTON S. (1937) "Reading, writing and speech problems in children." *New York : Norton*
- PATRIGEON (1997) dyslexie de surface avec tble EVA et tâche de copie
- PELLI, D., BURNS, C., FARELL, B. & MOORE-PAGE, D. (2006) "feature detection and letter identification". *Vision research*, 46, 46-74

PERESSOTI F. & GRAINGER, J., (1999). The role of letter identity and letter position in orthographic priming. *Perception and Psychophysics*, 61, 691-706.

PEYRIN, C., BACIU, M., PERNET. C., LAMALLE, L., SEGEBARTH, C., DEMONET, J.F., VALDOIS, S. (soumis) : "Cerebral correlates of visual-attentional processes in healthy skilled readers. An fMRI study."

PEYRIN, C., LALLIER, M., & VALDOIS, S. (2008). "Visual attention span brain mechanisms in normal and dyslexics readers. In M., Baciú (Ed), *Neuropsychology and Cognition of Language : Behavioural, neuropsychological and neuroimaging studies of spoken and written language* (pp 22-40). Research Signpost

PEYRIN, C., LALLIER, M., DEMONET, J.F., BACIU, M., PERNET. C., LE BAS, J.F. & VALDOIS, S. (2012). "Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia : fMRI evidence from two case reports." *Brain and Language*, 118, 3, 128-138.

PRADO, C., DUBOIS, M. & VALDOIS, S. (2007). Eye movements in reading aloud and visual search in developmental dyslexia : impact of the VA span. *Vision Research*, 47, 2521-2530.

RAMUS, F. (2002) "Ordre et désordre". *La Recherche* Hors-série N°9, 66

RAMUS, F. (2003) "Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction ?" *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 212-218.

RAPP, B.C., & CARAMAZZA, A. (1991) "Spatially determined deficits in letter and word processing" in *Cognitive Neuropsychology*. 8, 275-311.

ROMANI C., OLSON A., WARD J. (1999) "A case of developmental dyslexia : A problem with order ?" *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52 : 97-128.

ROSEN, S. (2003) "Auditory processing en dyslexia and specific language impairment : Is there a deficit ? What is its nature ? Does it explain anything ?" *Journal of phonetics*, 2003, 31 : 509-527.

SCARBOROUGH, HS. (1998) Predicting the future achievement of second graders with reading disabilities : Contribution of phonemic awareness, verbal memory, rapid naming, and IQ. *Annals of Dyslexia*, 48 : 115-136.

SCIENTIFIC LEARNING CORPORATION, (1997). FastForward®. *Scientific Learning Corporation*, Oakland,CA.

SERNICLAES, W., VAN HEGHE, S., MOUSTY, P.H., CARRE, R., & SPRENGER-CHAROLLES, L. (2004) "Allophonic mode of speech perception in dyslexia". *Journal of Experimental Child Psychology*, 87 : 336-361

SERRATRICE, G, HABIB, M. (1993) "L'écriture et le cerveau. Mécanismes neuropsychologiques". *MASSON, Paris*. 188 pages. ISBN : 2-225-84171-3

SHALLICE, T. (1995) "Symptômes et modèles en neuropsychologie. Des schémas aux réseaux". *PUF, Paris*. 588 pages. ISBN : 2-13-046194-8

SHOVMAN, M.M. & AHISSAR, M. (2006). Isolating the impact of visual perception on dyslexic's reading ability. *Vision research*, 46 : 3514-3525

SNOWLING, M.J. (2001) "From language to reading and dyslexia", *Dyslexia*, 7 (1), 37-46

SNOWLING, M.J., (2000) "Dyslexia". *Blackbell, Oxford, 2000*.

SPINELLI, D., DE LUCA, M., JUDICA, A. & ZOCCOLOTTI, P.L. (2002). "Crowding effects on word identification in dyslexia", *Cortex*, 38, 179-200.

SPRENGER-CHAROLLES, L., COLE, P., LACERT, P, SERNICLAES, W. (2000) "On subtypes of developmental dyslexia : Evidence from processing time and accuracy scores." *CAN J EXP PSYCHOL*, 54: 87-104

STEIN, J. (1991) "Visuospatial sense, hemispheric asymmetry and dyslexia". In J.F. STEIN (Ed) "Vision and visual dysfunction" *MacMillan, Londres*

STEIN, J. et coll. (2000) "Controversy about the visual magnocellular deficit in developmental dyslexics." *Trends in Cognitive Sciences*. 4 : 209-211

STEIN J. (2003)"Visual motion sensitivity and reading". *Neuropsychologia*, 41 : 1785-1793

STRONG GK, TORGESON C.J., TORGERSON D & HULME C (2011) "Systematic metaanalytic review of evidence for the effectiveness of Fastforward language intervention program", *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52, 3, 229-235.

TALLAL, P, PIERCY, M. (1973) "Developmental aphasia : Impaired rate of nonverbal processing as a function of sensory modality". *Neuropsychologia*. 11 : 389-398

TEMPLE,E., DEUTSCH, G.K., POLDRACK R.A., MILLER S.L., TALLAL, P., MERZENICH M.M. & GABRIELI J.D. (2003) "Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation : evidence from functional MRI" *Proc National Academy of Sciences*, 97 (25), 13907-13912

VALDOIS, S. (1996) "Les dyslexies développementales : questions d'actualité" *Revue de Neuropsychology*, 6 : 167-188

VALDOIS S., BOSSE M-L, (2002) "Lecture de mots et dyslexie : approches cognitives". Actes de l'université d'automne. *La dyslexie à l'école*. 28-31 Disponible sur : <http://eduscol-education.fr/cid45914/lecturedemotsetdyslexie>

VALDOIS et al. (2003)"Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia : evidence from two case studies." *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 16, 541-572

VALDOIS S., DE PARTZ M.P., HULIN M. & SERON X. (2003). "L'orthographe illustrée." *Ortho-Editions, Paris*.

VALDOIS S. (2004) "Les sous-types de dyslexies développementales" In VALDOIS S., COLE P., DAVID D. (Eds), "Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales : de la théorie à la pratique" *Solal, Marseille*

VALDOIS S. (2010) "Trouble de l'empan visuo-attentionnel dans les dyslexies développementales : de la théorie à la pratique clinique" In : CHOKRON S., DEMONET J.F., "Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages" 91-116. *SOLAL*. 382 pages. Collection neuropsychologie. ISBN : 978-2-35327-099-6

VALDOIS, S., GUINET, E., & EMBS, J.L. (2014). "EVADYS : outil de diagnostic des troubles de l'empan VA". Ortho-Editions, Isbergues, France

VALDOIS, S., PEYRIN, C., LASSUS-SANGOSSE, D., LALLIER, M., DEMONET, J.F. & KANDEL, S. (2013). " Dyslexia in a French-Spanish bilingual girl : Behavioural and neural modulations following a visual attention span deficit intervention", *Cortex*.

VALDOIS, S. (2014). "Les dyslexies par trouble de l'empan visuo-attentionnel", ANAE (à paraître)

VAN HOUT A., ETIENNE F. (1994) "Les dyslexies : décrire, évaluer, expliquer, traiter". *MASSON, Liège* .329 pages. ISBN: 2-225-84304-X

VELLUTINO F.R., FLECHTER J.M., SNOWLING M.J., SCANLON D.M. (2004): "Specific reading disability (dyslexia) : what have we learned in the past four decades ?" *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 2-40

WHITE S., MILNE E., ROSEN S., HANSEN P., SWETTENHAM J., FRITH U., RAMUS F. (2006) "The role of sensorimotor impairments in dyslexia: a multiple case study of dyslexic children". *Developmental Science* **9(3)**, 237-55

ZIEGLER J.C., PECH-GEORGEL C, DUFAU S. & GRAINGER J. (2010) "Rapid processing of letters, digits and symbols : what purely visuo-attentionnal deficit in developmental dyslexia ?" *Developmental Science* 13 : F8-F14

ZORZI, M., BARBIERO, C., FACOETTI, A., LONCIARI, I., CAROZZI, M., MONTICO, M., BRAVAR, L., GEORGE, F., PECH-GEORGEL, C., ZIEGLER, J. (2012). "Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia". *Proceedings of National Academy of Science*, 1-5.

ZORMAN M., LEQUETTE C, POUGET G.(2004) "Dyslexies : intérêt d'un dépistage et d'une prise en charge précoce à l'école. In : "Développement cognitif et troubles des apprentissages : évaluer, comprendre, rééduquer, prendre en charge" Metz-LUTZ MN, DEMONT E., SEEGMULLER C., DE AGOSTINI M., BRUNEAU N. (eds). *SOLAL, Marseille*: 245-270

ANNEXES

Liste des annexes

Annexe I :	Description et consignes des épreuves
Annexe II :	Fiches de passation des pré-tests et post-tests
Annexe III :	Epreuves comportementales
Annexe IV :	Consentements des parents et de l'enfant
Annexe V :	Guide d'installation et d'utilisation du logiciel d'entraînement MAEVA
Annexe VI :	Guide d'installation et d'utilisation du logiciel d'entraînement non spécifique EPC

Annexe I : Description et consignes des épreuves

Description et consignes v1

Matériel à prévoir :

- Mètre pour contrôler la distance à l'écran
- Chronomètre
- Ensemble des fiches de passation
- Epreuves VA et perception catégorielle installées sur ordinateur
- Casque audio et petit carton avec Dom et Tom pour les épreuves de perception catégorielle (à imprimer depuis le dossier 'présentation des personnages')

Consigne : *Nous allons faire différents exercices. Certains sont des exercices sur l'ordinateur, d'autres sont des exercices sur papier. Certains sont faciles et d'autres difficiles. Tu dois juste essayer de les réussir le mieux que tu peux.*

Alouette

Consigne : *Tu vas maintenant lire un texte. Tu dois lire ce texte à voix haute, le mieux possible. Ce texte n'a pas vraiment de sens, il n'y a rien à comprendre. Je vais te chronométrer. Tu dois lire jusqu'à ce que je te dise stop ou que tu arrives à la fin du texte. Tu ne dois pas lire le titre. Tu commences dès que tu es prêt(e).*

Déclencher le chronomètre lorsque l'enfant commence sa lecture, l'arrêter quand l'enfant a fini la page ou au bout de 3 minutes de lecture en notant sur la fiche où il s'est arrêté.

- Quand un enfant bute sur un mot, attendre 5 secondes puis lui dire de passer au mot suivant et entourer le mot non lu.
- Rayer toutes les lignes sautées (mots non parcourus à soustraire du nombre total de mots).
- Notez les erreurs sous les mots erronés
- Un mot mal lu initialement puis corrigé n'est pas décompté comme une erreur.

Noter : - Le score apparent, c'est-à-dire le nombre de mots lus en 3 minutes, en s'aidant des chiffres situés en bout de ligne (Le nombre de mots faisant partie de lignes sautées est déduit).

- Le temps de lecture s'il est inférieur à trois minutes.
- Le nombre d'erreurs (mots mal lus, mots sautés isolément, mots non lus en 5 secondes),
- En fin de bilan, on se reportera aux tableaux pour établir l'âge lexique.

Listes de mots du BALE

Consigne : *Nous allons de nouveau faire un exercice de lecture de mots. Tu vas lire six listes de mots différentes. Tu dois lire chaque colonne le plus vite possible. Quand je dis « top » tu commences à lire.*

Donner la liste de mots réguliers fréquents et donner le top départ.
Chronométrez. Au fur et à mesure, noter les mots sur lesquels l'enfant commet des erreurs (noter les erreurs).

Consigne : *C'est bien. Tu vas maintenant lire la deuxième liste le plus rapidement possible. Quand je dis « top » tu commences à lire.*

Donner la liste de mots irréguliers fréquents. Au fur et à mesure, noter les erreurs.

Idem pour les quatre autres listes

Epreuves visuo-attentionnelles

- S'assurer qu'il n'y a pas de reflets sur l'écran.
- Positionner l'enfant de manière à ce que ses yeux soient à hauteur de la moitié supérieure de l'écran.
- Positionner l'enfant de manière à avoir une distance de 60 cm entre ses yeux et l'écran de l'ordinateur. S'assurer tout au long de la passation, et notamment lors des changements de tâche que cette distance est respectée.

Seuil de lettres

PREPARATION DU MATERIEL

- Ouvrir le dossier EVA et le fichier : "Seuil Lettres 4-2.ebs »
- Taper sur la touche F7 pour lancer l'expérience.
- Entrer le n° du sujet, valider par la touche entrée
- Entrer sa classe, valider par la touche entrée

Consigne : *Dans cet exercice, un point va apparaître au milieu de l'écran. Il faudra bien le regarder. Ensuite, une lettre apparaît à la place du point, pendant un moment très court, puis des formes de flocons de neige vont apparaître ensuite. Il faudra que tu essaies de voir la lettre, ne t'occupes pas des flocons. Tu me diras ensuite le nom de la lettre que tu as vue. Si tu n'es pas sûr, tu me diras quand même ce que tu penses avoir vu.
On va faire des essais pour que tu t'entraînes.
Regarde bien, le point va apparaître*

A la question sur l'écran « voulez-vous une phase de prétest », laisser oui, taper entrée. « début prétest » apparaît. Taper entrée. Le prétest commence.
Encourager l'enfant à bien regarder le point, plusieurs fois si nécessaire.
Taper 2 fois sur la touche entrée pour lancer l'item suivant
A chaque réponse, donner du feedback : féliciter en cas de bonne réponse, corriger en cas de réponse erronée. Si l'enfant est très en difficulté, l'encourager beaucoup et le rassurer pour le motiver (« c'est normal de ne pas toutes les voir, parfois cela va vraiment très vite »). **Il est très important de s'assurer que l'enfant fixe bien le point de fixation à chaque nouvel essai.**

Réponses du prétest Lettres

D	E	H	M	V	M	M	B	R	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Répéter la consigne au besoin.
Quand « début test » apparaît,

Consigne : *Maintenant que tu t'es entraîné, on commence l'exercice. A chaque essai, je vais noter ta réponse et ensuite lancer le prochain essai. Regarde bien, le point va apparaître*

Taper entrée pour lancer le premier item.
Après chaque réponse orale du sujet, entrer la réponse au clavier. En cas d'erreur de frappe, annuler la dernière frappe avec la touche "échap" (en haut à gauche du clavier) puis retaper la lettre voulue. Pour annuler tout ce qui a été frappé, appuyer sur "échap". Taper 2 fois sur la touche entrée pour lancer l'item suivant (une fois pour valider la réponse entrée sur le clavier, une fois pour passer à l'item suivant)

Ne plus faire de commentaires sur les réponses données par l'enfant mais l'encourager.

Si l'enfant montre des signes de fatigue, de déconcentration, ne pas lancer l'item suivant et lui proposer une courte pause.

En fin de test, une fenêtre récapitulant les réponses du sujet apparaît. Relever les résultats sur la feuille récapitulative de cotation enfant.

Report Partiel Lettres

PREPARATION DU MATERIEL

- Ouvrir le dossier EVA et le fichier : "Report Partiel Lettres.ebs »
- Taper sur la touche F7 pour lancer l'expérience.
- Entrer le n° du sujet, valider par la touche entrée
- Entrer sa classe, valider par la touche entrée
- Choisir avec les flèches du clavier la condition « partiel alpha 5 » : valider

Consigne : *dans cet exercice, un point va apparaître au milieu de l'écran. Il faudra bien le regarder. Ensuite, une suite de lettres apparaît à la place du point, pendant un moment très court. Puis une petite barre apparaît sous une des lettres. Il faudra que tu me dises la lettre qui correspond avec la barre. On va faire des essais pour que tu t'entraînes. Regarde bien, le point va apparaître*

A la question sur l'écran « voulez-vous une phase de prétest », laisser oui, taper entrée. « début prétest » apparaît. Taper entrée. Le prétest commence.

Encourager l'enfant à bien regarder le point, plusieurs fois si nécessaire.

Taper 1 fois sur la touche entrée pour lancer l'item suivant

A chaque réponse, donner du feedback : féliciter en cas de bonne réponse, corriger en cas de réponse erronée.

Réponses du prétest :

D	P	F	D	R	D	P	T	M	H
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Répéter la consigne au besoin.
Quand « début test » apparaît,

Consigne : *Maintenant que tu t'es entraîné, on commence l'exercice. Regarde bien, le point va apparaître*

Taper entrée pour lancer le premier item.

Après chaque réponse orale du sujet, entrer les réponses au clavier. En cas de non réponse, taper sur la barre d'espace. En cas d'erreur de frappe, annuler la frappe avec la touche "échap" (en haut à gauche du clavier) puis retaper la réponse. Taper 2 fois sur la touche entrée pour lancer l'item suivant.

Ne plus faire de commentaires sur les réponses données par l'enfant.

Si l'enfant montre des signes de fatigue, de déconcentration, ne pas lancer l'item suivant et lui proposer une courte pause.

En fin de test, une fenêtre récapitulant les réponses du sujet apparaît. Relever les résultats sur la feuille récapitulative de cotation enfant.

Report Global Lettres

PREPARATION DU MATERIEL

- Ouvrir le dossier EVA et le fichier : "Report Global Lettres.ebs »
- Taper sur la touche F7 pour lancer l'expérience.
- Entrer le n° du sujet, valider par la touche entrée
- Entrer sa classe, valider par la touche entrée
- Choisir avec les flèches du clavier la condition « global alpha 5 » : valider

Consigne : *Dans cet exercice, un point va apparaître au milieu de l'écran. Il faudra bien le regarder. Ensuite, une suite de lettres apparaît à la place du point, pendant un moment très court. Il faudra que tu essaies de toutes les voir. Tu me diras ensuite le nom des lettres que tu as vues. Si tu n'es pas sûr, tu me diras quand même ce que tu penses avoir vu. On va faire des essais pour que tu t'entraînes. Regarde bien, le point va apparaître*

A la question sur l'écran « voulez-vous une phase de prétest », laisser oui, taper entrée. « début prétest » apparaît. Taper entrée. Le prétest commence. Encourager l'enfant à bien regarder le point, plusieurs fois si nécessaire. Taper 1 fois sur la touche entrée pour lancer l'item suivant. A chaque réponse, donner du feedback : féliciter en cas de bonne réponse, corriger en cas de réponse erronée. Si l'enfant est très en difficulté, l'encourager beaucoup et le rassurer pour le motiver. **Il est très important de s'assurer que l'enfant fixe bien le point de fixation à chaque nouvel essai.**

Réponses du prétest Lettres

MDSH	TFLR	RSPF	LSMP	BMPH	FLTD	HPBF	LPMT	DBLM	HTDS
R	D	T	H	D	M	L	F	T	M

Répéter la consigne au besoin.

Quand « début test » apparaît,

Consigne : *Maintenant que tu t'es entraîné, on commence l'exercice. A chaque essai, je vais noter ta réponse et ensuite lancer le prochain essai. Regarde bien, le point va apparaître*

Taper entrée pour lancer le premier item.

Après chaque réponse orale du sujet, entrer les réponses au clavier. En cas d'erreur de frappe, annuler la dernière frappe avec la touche "échap" (en haut à gauche du clavier) puis retaper la lettre voulue. Pour annuler tout ce qui a été frappé, appuyer sur "échap" autant de fois que nécessaire. Taper 2 fois sur la touche entrée pour lancer l'item suivant (une fois pour valider la réponse entrée sur le clavier, une fois pour passer à l'item suivant)

Ne plus faire de commentaires sur les réponses données par l'enfant mais l'encourager

Si l'enfant montre des signes de fatigue, de déconcentration, ne pas lancer l'item suivant et lui proposer une courte pause.

En fin de test, une fenêtre récapitulant les réponses du sujet apparaît. Relever les résultats sur la feuille récapitulative de cotation enfant.

Epreuves Métaphonologiques

Consigne : *On va faire maintenant des exercices où il faudra travailler avec les sons des mots.*

Omission de Phonèmes

Consigne : *Je vais te dire un mot. Tu dois enlever le premier son du mot et me dire ce qui reste. Par exemple, si je te dis **envoi**, tu enlèves en et tu me dis **voi**. Si je dis orange, qu'est-ce que tu réponds ?*

- réponse attendue : range.
- En cas de réussite, complimenter l'enfant.
- En cas d'erreur, corriger en disant : *Le premier son qu'on entend dans orange, c'est o. Si on l'enlève, il reste **range**.*

Consigne : *Si je dis caverne ?*

- réponse attendue : **averne**.
 - Si le sujet trouve la bonne réponse, féliciter.
 - En cas d'erreur (souvent verne), **Consigne :** *tu en as trop enlevé. /ka/ est une syllabe, qui contient 2 sons. Il faut enlever le premier son, le plus petit morceau qu'on entend au début. Essaie encore.*
 - Si le sujet trouve la bonne réponse, féliciter.
 - En cas de nouvelle erreur : **Consigne :** *Le premier son de caverne est /k/. Essaie encore.*
 - Si le sujet trouve la bonne réponse, féliciter.
 - En cas de nouvel échec, donner la bonne réponse

Consigne : *Si je dis placard ?*

- Réponse attendue : lacar.
 - En cas de réussite, féliciter l'enfant
 - En cas d'erreur (souvent acar), idem précédent

Consigne : *maintenant, on commence l'exercice ? Il faut que tu essayes de le faire à chaque fois aussi vite que tu peux*

- Pour chaque item, énoncer le mot dès que l'enfant a répondu au précédent.
Cocher les items réussis.
- Ne plus donner de feedback.

Décomposition en Phonèmes

Consigne : *Je vais te dire un mot. Tu dois découper ce mot en sons, et me dire tous les sons séparément. Par exemple, si je te dis pour, tu dois me dire /p/-/u/-/r/.*

Si je dis chasse, qu'est-ce que tu réponds ?

- Réponse attendue : /S/-/a/-/s/.
- En cas d'erreur, (souvent syllabe non découpée), proposer au sujet de recommencer en découpant encore plus. Si le sujet trouve la bonne réponse, féliciter. Sinon, donner la bonne réponse et dire : « il faut bien découper chaque son »

Consigne : *Si je dis menton ?*

- Réponse attendue : /m/-/ã/-/t/-/õ/.
- idem précédent

Consigne : *Si je dis planche ?*

- Réponse attendue : /p/-/l /-/ ã /-/S/.
- idem précédent

Consigne : *maintenant, on commence l'exercice ? Il faut que tu essayes de le faire à chaque fois aussi vite que tu peux*

- Pour chaque item, énoncer le mot dès que l'enfant a répondu au précédent.
Cocher les items réussis.
- Ne plus donner de feedback.

Contrepèteries

Consigne : *Je vais te dire deux mots. Tu dois prendre le premier son de chaque mot et les échanger. Par exemple si je te dis lampe et maison, tu dois prendre le premier son de lampe c'est /l/ et le premier son de maison c'est /m/ et tu les échanges, ça fait /mampe/ et /laison/.*

Si je dis pipe et robe, qu'est-ce que tu réponds ?

- Réponse attendue : /ripe/ et /pobe/.
- Si le sujet trouve la bonne réponse, féliciter.
- En cas d'erreur proposer au sujet de recommencer en lui expliquant **Consigne :** *il faut prendre le premier son de robe c'est /r/ et le premier son de pipe c'est /p/. Essaye encore.*
- lui donner la réponse sinon.

Consigne : *Si je dis sucre et tigre ?*

- Réponse attendue : /tucre/ et /sigre/.
- idem précédent

Consigne : *Si je dis vase et lion ?*

- Réponse attendue : /lase/ et /vion/
- idem précédent

Consigne : *maintenant, on commence l'exercice ? Il faut que tu essayes de le faire à chaque fois aussi vite que tu peux*

- Pour chaque item, énoncer le mot dès que l'enfant a répondu au précédent.
Cocher les items réussis.
- Ne plus donner de feedback.

Acronymes

Consigne : *Je vais te dire deux mots. Tu dois prendre le premier son de chaque mot et les mettre ensemble. Par exemple, si je te dis vache et hibou, tu dois prendre /v/ dans vache et /i/ dans hibou et /v/ et /i/ ça fait /vi/. Si je dis roi et image, qu'est-ce que tu réponds ?*

- Réponse attendue : /ri/.
- Si le sujet trouve la bonne réponse, féliciter.
 - En cas d'erreur proposer au sujet de recommencer en lui expliquant **Consigne :** *il faut prendre le premier son de roi c'est /r/ et le premier son de image c'est /i/ donc /r/ et /i/ font ?*
- lui donner la réponse sinon.

Consigne : *Si je dis dent et ours ?*

- Réponse attendue : /dou/.
- idem précédent

Consigne : *Si je dis vent et été .*

- Réponse attendue : /vé/.
- idem précédent

Consigne : *maintenant, on commence l'exercice ? Il faut que tu essayes de le faire à chaque fois aussi vite que tu peux*

- Pour chaque item, énoncer le mot dès que l'enfant a répondu au précédent.
Cocher les items réussis.
- Ne plus donner de feedback.

Epreuves de perception catégorielle

- Réglez le volume sonore pour qu'il soit à une intensité confortable pour l'enfant, ni trop fort ni trop faible. Augmenter l'intensité du son ne facilitera pas la perception et n'améliorera pas les performances, au contraire, un

volume sonore trop fort sera nocif pour le système auditif de l'enfant. Sur une carte-son standard installée sur un PC tournant sous windows 7, il suffit de régler le volume sur le niveau 30. Dès que vous avez réglé l'intensité du son à une certaine valeur, il vous est demandé de ne plus la modifier durant la durée totale de l'expérience.

- Notez le volume sur la fiche de passation pré-test, ainsi que le système d'exploitation de votre ordinateur.
- Branchez le casque
- Positionnez le clavier pour que l'enfant soit centré par rapport à la touche 1 et la touche 0. Idéalement, pour éviter que l'enfant ne repose ses mains sur l'ensemble des touches du clavier, et de ce fait, puisse créer un bug dans le programme, nous vous conseillons de couvrir les autres touches du clavier au moyen d'une feuille A4 simple.
- Préparez également les quatre petits cartons représentant les personnages à positionner sur le clavier.

Présentation des personnages

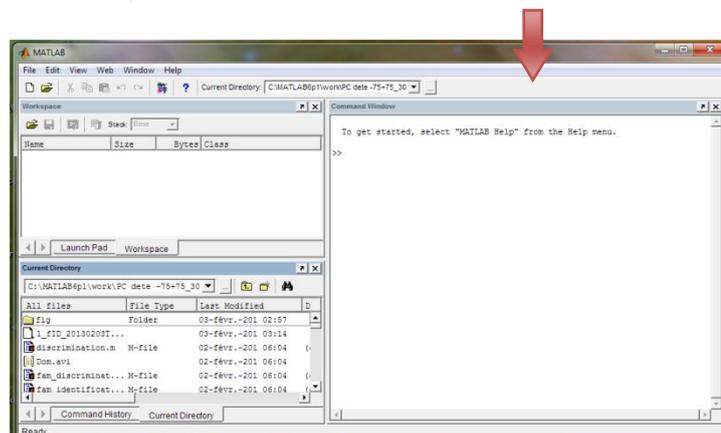
- Ouvrir dans le dossier 'Orthophoniste' le fichier ppt 'ETAPE1 – Présentation'
- Mettre en diaporama.

Consigne : *Je te présente Dom (montrer Dom) et Tom (montrer Tom). Tu vas entendre les sons que chacun des personnages fait. Dom fait ce son (cliquez sur le haut-parleur à côté de Dom) et Tom fait ce son (cliquez sur le haut-parleur à côté de Tom).*

Tu entends que Dom prononce un /d/, comme le prénom Dom commence par /d/ (faire réécouter) et Tom prononce un /t/, comme le prénom Tom commence par un /t/ (faire réécouter). Nous allons maintenant faire deux exercices avec Tom et Dom.

Lancement des tâches

- Ouvrir Matlab
- Entrez dans le dossier 'ETAPE2_PC' (onglet Current directory, onglet en bas à gauche)
- Pour lancer une tâche, écrire son nom dans l'encadré à droite



Tâche d'identification

- Pour lancer la tâche de familiarisation d'identification tapez 'fam_identification_fb'

Entrez les informations demandée (n° de sujet, nom (code sujet), âge, droitier ou gaucher, féminin ou masculin)

Consigne : *Tu vas écouter des sons et tu dois dire quel personnage tu as entendu. Dans ton casque, tu vas entendre un son, soit c'est Dom qui parle, soit c'est Tom.*

Quand tu entends Tom, tu appuies sur la touche 0, parce que Tom va apparaître de ce côté (montrer la droite)

Quand tu entends Dom, tu appuies sur la touche 1, parce que Dom va apparaître de ce côté (montrer la gauche).

A chaque bonne réponse tu verras Dom ou Tom, et sinon l'écran sera rouge.

Tu es prêt ? Positionne tes doigts sur les touches

Placez les petits cartons approprié sur les touches 0 et 1 et commencez l'épreuve

A la fin, appuyez sur 'Espace' pour quitter

- Pour lancer la tâche d'identification tapez 'identification'

Entrez les informations demandée (n° de sujet, nom (code sujet), âge, droitier ou gaucher, féminin ou masculin)

Consigne : *Nous allons maintenant refaire le même exercice, mais on ne te dira pas si ta réponse est correcte ou pas, il faut que tu fasses du mieux que tu peux.*

Quand tu entends Tom, tu appuies sur la touche 0, parce que Tom va apparaître de ce côté (montrer la droite)

Quand tu entends Dom, tu appuies sur la touche 1, parce que Dom va apparaître de ce côté (montrer la gauche).

Si tu n'es pas sûre ou que tu te souviens plus, tu appuies sur l'une des deux touches, selon que tu penses avoir entendu Tom ou Dom.

Tu es prêt ? Positionne tes doigts sur les touches.

Tâche de discrimination

- Pour lancer la tâche de familiarisation de discrimination tapez 'fam_discrimination_fb'

Entrez les informations demandée (n° de sujet, nom (code sujet), âge, droitier ou gaucher, féminin ou masculin)

Consigne : *Tu vas écouter deux sons qui se suivent et tu dois dire s'ils sont pareils ou pas pareils. Soit les deux sons sont les mêmes, c'est-à-dire que c'est le même personnage qui parle, soit, Dom, soit Tom. Alors tu appuies sur la touche 0 car tu verras de ce côté de l'écran (montrer la droite) deux Tom et deux Dom.*

Soit les deux sons sont différents, c'est-à-dire que Dom et Tom parlent chacun leur tour, soit Dom puis Tom, soit Tom puis Dom. Dans ce cas tu appuies sur la touche 1 car tu verras de ce côté (montrer la gauche) Dom avec Tom

*Donc si c'est le même personnage qui parle tu appuies sur la touche 0. Si ce n'est pas le même personnage tu appuies sur la touche 1.
A chaque bonne réponse tu verras Dom et Tom, sinon un écran rouge. Tu es prêt ? Positionne tes doigts sur les touches.*

Placez les petits cartons approprié sur les touches 0 et 1 et commencez l'épreuve

- Pour lancer la tâche de discrimination tapez 'discrimination'

Entrez les informations demandée (n° de sujet, nom (code sujet), âge, droitier ou gaucher, féminin ou masculin)

Consigne : *Nous allons maintenant refaire le même exercice mais on ne te dira pas si ta réponse est correcte ou pas, il faut que tu fasses du mieux que tu peux. Si tu entends le même son, le même personnage qui parle, tu appuies sur la touche 0. Si tu entends deux sons différents, les deux personnages qui parlent, tu appuies sur la touche 1.
Tu es prêt ? Positionne tes doigts sur les touches.*

Placez les petits cartons approprié sur les touches 0 et 1 et commencez l'épreuve

RECUPERATION DES RESULTATS :

- Créez un dossier sur votre bureau nommé par le n° du sujet et son code.
- Allez dans votre disque dur (OS) C: et ouvrez le dossier MATLAB6p1 puis ouvrir le dossier work.
- Ouvrir le dossier 'ETAPE2PC' puis copier tous les fichiers commencement par le code du sujet
- Les coller dans le dossier créé sur le bureau et cliquez droit 'envoyer vers' 'dossier compressé'
- Merci de m'envoyer ce dossier compressé à l'adresse nadine.lions@orange.fr

PROPOSER UNE PAUSE

Listes de Mots et Pseudo-mots A B ou C

Voir dans fichier Excel l'ordre de passation à choisir (pour contrebalancement entre pré et post-test)

Récupérer la fiche de passation et la fiche de cotation A B ou C

Consigne : *Nous allons de nouveau faire un exercice de lecture de mots. Tu vas lire trois listes de mots différentes. Tu dois lire chaque liste le plus vite possible. Quand je dis « top » tu commences à lire.*

Donner la liste 1^{ère} liste de mot. Donner le top départ et noter les erreurs. **Idem pour les deux autres listes**

Dictée de mots et pseudo mots A B ou C

Voir dans fichier Excel l'ordre de passation à choisir (pour contrebalancement entre pré et post-test)

Récupérer la fiche de passation et la fiche de cotation A B ou C

Consigne : *Tu vas maintenant devoir écrire des mots. je voudrais que tu essaie de les écrire le mieux possible. Tu es prêt ?*

Dicter la liste de mots A, en allant au rythme de l'enfant. Répéter le mot autant de fois que nécessaire. SI l'écriture est difficilement lisible, demander à l'enfant d'épeler et renoter sa production de façon lisible.

Consigne : *Maintenant ce sont des mots qui n'existent pas que je vais te demander d'écrire. Il faut donc bien que tu écrives ce que tu entends. Ecris le plus simplement possible.*

Dicter la liste de pseudo-mots A, en allant au rythme de l'enfant. Répéter le mot autant de fois que nécessaire.

Lecture de texte A B ou C

Voir dans fichier Excel l'ordre de passation à choisir (pour contrebalancement entre pré et post-test)

Récupérer la fiche de passation et la fiche de cotation A B ou C

Consigne : *Tu vas maintenant lire un texte. Tu dois lire ce texte à voix haute, le mieux possible. Tu dois lire jusqu'à ce que je te dise stop ou que tu arrives à la fin du texte. Tu ne dois pas lire le titre. Tu commences dès que tu es prêt.*

Déclencher le chronomètre lorsque l'enfant commence sa lecture, l'arrêter quand l'enfant a fini la page ou au bout de 1 minutes de lecture en notant sur la fiche où il s'est arrêté.

- Quand un enfant bute sur un mot, attendre 5 secondes puis lui dire de passer au mot suivant et entourer le mot non lu.
- Rayer toutes les lignes sautées (mots non parcourus à soustraire du nombre total de mots).
- Notez les erreurs sous les mots erronés
- Un mot mal lu initialement puis corrigé n'est pas décompté comme une erreur.

Noter : - Le score apparent, c'est-à-dire le nombre de mots lus en 1 minutes, en s'aidant des chiffres situés en bout de ligne (Le nombre de mots faisant partie de lignes sautées est déduit).

- Le temps de lecture s'il est inférieur à une minute.

- Le nombre d'erreurs (mots mal lus, mots sautés isolément, mots non lus en 5 secondes),

- En fin de bilan, on se reportera aux tableaux pour établir l'âge lexicale.

Répétition de PM

Consigne : *Je vais maintenant te demander de répéter des mots qui n'existent pas. Ecoute bien, il faut que tu les répètes exactement de la même façon. Tu es prêt ?*

Notez les erreurs de l'enfant sur la fiche de passation.

MCT verbale

Consigne : *Je vais maintenant te demander de répéter des chiffres. Je vais te dire les chiffres et toi tu dois répéter les mêmes chiffres que moi dans le même*

ordre. Je n'ai pas le droit de répéter donc il faut que tu écoutes très attentivement. Tu es prêt ?

Enoncer les chiffres au rythme d'un chiffre par seconde. Noter les erreurs au fur à mesure. Arrêter après deux échecs consécutifs pour des séquences de même longueur.

Consigne : *Je vais maintenant te demander de répéter les chiffres que je vais te dire mais dans l'ordre inverse. Si par exemple je dis 9 – 3, toi tu dois dire 3 – 9. Je n'ai pas le droit de répéter donc il faut que tu écoutes très attentivement. Tu es prêt ?*

Enoncer les chiffres au rythme d'un chiffre par seconde. Noter les erreurs au fur à mesure. Arrêter après deux échecs consécutifs pour des séquences de même longueur.

Annexe II : Fiche de passation des épreuves de pré- et de post-test

Bilan et Passations Pré-test v1

Numéro Sujet :

Code Sujet (1lettre nom/2lettres prénom):

Date de naissance :

Date de passation :

Classe :

Latéralité :

Redoublement : Oui- Non

Lunettes pour lecture :

RAVEN et/ou WISC *(me contacter si vous ne disposez pas des données)*

Matrices RAVEN :

WISC IV : ICV = IMT = QIT =

IRP = IVT =

WISC III : QIV = QIT =

QIP =

Niveau de lecture « Alouette » *(18 mois de retard au moins)*

Nb. de mots lus en 3 minutes :

Temps (si < 3mn) :

Nb. d'erreurs :

Score corrigé :

Age Lexique :

Lecture de Mots et de pseudo-mots BALE (<10^{ème} centile pour au moins 6 scores ou temps sur 12)

	Score	Temps	Percentil score	Percentil tps
Reg HF				
Ref BF				
Irreg HF				
Irreg BF				
PM HF				
PM BF				

Epreuves VA (> -1σ pour RG et RP (Score total), score à 10 pour seuil 101ms)

Seuil de Lettres

33ms	50ms	67ms	84ms	101ms	Total lettres

Report Partiel Lettres

P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	Total lettres

Report Global Lettres

P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	Total lettres	Score toutes lettres

Epreuves métaphonologiques

Tâche	Score	Temps	10 ^e centile	
			CE	CM
Omission (/20)			7	11
Décomposition (/15)			1	3
Contrepèterie (/10)			1	2
Acronyme (/10)			4	5

Epreuves de perception catégorielle *Fichier de résultats à envoyer*

Tâche	Coché pour fait
Identification	

Discrimination	
----------------	--

PAUSE

Liste de Mots et Pseudo-Mots A B ou C (voir fichier Bilan pré-test_.xls pour savoir lequel choisir)

Score : Temps :

Dictée A B ou C (voir fichier Bilan pré-test_.xls pour savoir lequel choisir)

Score Mots /20 : Score Pseudo-mots /20 :

Texte A B ou C (voir fichier Bilan pré-test_.xls pour savoir lequel choisir)

Nb. de mots lus en 1 minute : Nb. d'erreurs :
Temps (si < 1mn) :

Répétition de PM

Score :

MDT verbale

Score Empan endroit : Score empan envers :

Niveau de lecture « Alouette » (18 mois de retard au moins)

Sous la mousse ou sur le toit, dans les haies vives ou le chêne fourchu, le printemps a mis	19
ses nids. Le printemps a nids au bois. Annie amie, du renouveau, c'est le doux temps.	35
Amie Annie, au bois joli gamine le pinson. Dans les buis, gîte une biche, au bois chantant.	52
Annie ! Annie ! au doigt joli, une églantine laisse du sang : au bout du temps des féeries	68
viendra l'ennui. L'alouette fait ses jeux ; alouette fait un nœud avec un rien de paille.	83
L'hirondeau piaille sous la pente des bardeaux et, vif et gai, le geai, sur l'écaille argentée	99
du bouleau, promène un brin d'osier. Au verger, dans le soleil matinal, goutte une pompe	114
dégelée. On voit un bec luisant qui trille éperdument des notes claires et, dans les	129
pampres d'or que suspend la grille antique, on surprend des rixes de moineaux. Au	143
potager s'alignent les cordeaux ; l'if est triste à l'horizon et lourd est lent l'envol des	158
corbeaux. Un lac étire ses calmes rives et, quand le soir descend, le miroir de ses eaux	175
reflète les poisons des brignoles perfides. Et, quand descend le soir, quand joue la	189
pourpre du couchant, le ciel rougit ses eaux. Dans la moire de l'eau danse l'ombre d'un	205
écueil. Tout est cris ! Tout est bruits ! Une amarre est décochée...une barque est arrimée	220
des matelots jettent leurs cassettes sur le rivage... Tout est cris ! Tout est bruits ! Au clair	236
de la lune mon ami Pierrot... Au clair de lune mon amie Annie... Au clair de la	253
lune mon ami Pierrot, prête-moi la plume pour écrire un mot.	265

Nb. De mots lus en 3 mn :

Temps (si < 3mn) :

Nb. d'erreurs :

Score corrigé :

Lecture de Mots et de pseudo-mots BALE (<10^{ème} centile pour au moins 6 scores ou temps sur 12)

LECTURE DE MOTS FREQUENTS

REGULIERS	IRREGULIERS	PSEUDO-MOTS
faute	femme	sande
nuit	hier	chon
vague	ville	givor
montagne	monsieur	bondeuse
soin	sept	sule
soif	août	toir
mal	dix	mic
sauvage	seconde	taubage
mission	million	mardion
fuite	fusil	fudin
élan	écho	ésan
animé	tronc	trane
talon	tabac	tagin
splendeur	orchestre	splindron
maman	moyen	modan
pardon	parfum	tandir
caravelle	cacahuète	taparelle
électron	équateur	abindeur
jaloux	gentil	gental
envoyé	examen	ontage
score	score	score
temps	temps	temps

LECTURE DE MOTS PEU FREQUENTS

IRREGULIERS	REGULIERS	PSEUDO-MOTS
Net	Sac	rac
Gallop	Congé	gavin
Dolmen	Dorade	caldon
Respect	Rigueur	rigende
Bourg	Asile	plour
Aiguille	Approche	vatrice
Poêle	Piège	pisal
Baptême	Bottine	bertale
Oignon	Hausse	aivron
Aquarelle	Astronome	pacirande
Orchidée	Alchimie	anchovée
Agenda	Avanie	agante
Compteur	Courroie	courlone
Stand	Baril	stipe
Toast	Cargo	torac
Escroc	Esquif	casine
Cake	Cric	bate
Chorale	Cagoule	coginte
Aquarium	Acrobate	abranise
Paon	Bise	glon
Score	Score	score
Temps	Temps	temps

Epreuves métaphonologiques

Omission Phonémique (1^{er} phonème) Exemples : envoi ; orange ; caverne ; placard

	Réponse attendue	Réponse	Erreurs
Outil	Ti		
Fontaine	Ontaine		
Drapeau	Rapeau		
Courage	Ourage		
Ombrage	Brage		
Planète	Lanète		
Droit	Roit		
Frite	Rite		
Capitaine	Apitaine		
Ampoule	Poule		
Dragon	Ragon		
Virgule	Irgule		
Statue	Tatue		
Gravier	Ravier		
Hiver	Ver		
Impossible	Possible		
Envoyer	Voyer		
Planche	Lanche		
Grappe	Rappe		
Oubli	bli		

Score Total	
Temps	

Décomposition Phonémique Exemples : chasse ; menton ; planche

	Réponse attendue	Réponse	Erreurs
Four	f-ou-r		
Epaule	E-p-o-l		
Chauffage	Ch-o-f-a-j		
Cri	k-r-i		
Porte	p-o-r-t		
Allumer	a-l-u-m-é		
Outil	Ou-t-i		
Plage	p-l-a-j		
Crapaud	k-r-a-p-o		
Encre	En-k-r		
Cadeau	k-a-d-o		

Régler	r-è-g-l-é		
Jouet	j-ou-è		
Abri	a-b-r-i		
Armure	a-r-m-u-r		

Score Total	
Temps	

Acronyme

Exemples : roi - image ; dent - ours ; vent - été

Photo artistique	Réponse attendue	Réponse	Erreurs
Chien accroupi	Cha		
Bébé ourson	Bou		
Tortue enlevée	Ten		
Bel oiseau	Boi		
Cher auguste	Cho		
Gant épais	Gué		
Cousin Infernal	Kin		
Gentil invité	Jin		
Grave Entorse	Gan		

Score Total	
Temps	

Liste de Mots et Pseudo-mots A B ou C (prendre fiche de passation et fiche de cotation A B ou C, fonction de ce qui est indiqué sur le fichier Excel Bilan prétest)

Dictée A B ou C (prendre fiche de passation et fiche de cotation A B ou C, fonction de ce qui est indiqué sur le fichier Excel Bilan prétest)

Texte A B ou C (prendre fiche de passation et fiche de cotation A B ou C, fonction de ce qui est indiqué sur le fichier Excel)

Répétition de PM

	Réponse de l'enfant		Réponse de l'enfant
faltre		frotarnéti	
ixtramoto		brouaque	
crapiscole		froctien	
orbre		crovite	
catastrèphe		trovirsan	
scropale		praxomoté	
daxtorati		presme	

croctaire		erdre	
truct		cantriction	
treible		clerta	

Score total :

MDT verbale

Endroit	Réponse	1ou0	Envers	Réponse	1ou0
3-5			3-8		
7-2			7-4		
2-8-6			4-8-3		
6-3-4			3-6-8		
6-2-5-8			5-2-9-6		
2-4-1-7			8-3-4-9		
9-5-1-4-8			4-7-1-5-3		
5-8-2-1-6			9-2-7-5-8		
4-7-8-1-6-3			1-8-6-9-5-2		
7-3-9-8-6-4			3-4-6-9-7-1		
6-1-7-4-2-3-8			8-2-5-4-9-3-2		
9-3-8-6-5-1-2			4-1-5-8-7-2-9		
5-3-8-7-2-1-6-4			6-8-9-5-1-2-6-3		
2-4-9-5-7-1-6-3			3-2-1-8-7-5-9-3		
1-6-4-5-9-7-2-8-3				Total	
4-5-2-3-6-8-9-7-1					
	Total				

Bilan et Passations Post-test

Numéro Sujet :

Code Sujet (1lettres nom/2lettres prénom):

Date de naissance :

Date de passation :

Classe :

Latéralité :

Redoublement : Oui- Non

Lunettes pour lecture :

Rééducation 1 : MAEVA ou ECP (entourer)

Remarque rééducation 1 (noter si pb, difficulté exprimée...) :

Liste de Mots et Pseudo-Mots A B ou C (voir fichier 'Bilan pré-test.xls' : prendre la 2nde lettre (ex. A C B))

Score reg /27 : Temps :
Score irreg /27 : Temps :
Score PM /27 : Temps :

Dictée A B ou C (voir fichier Bilan pré-test_.xls pour savoir lequel choisir)

Score Mots /20 : Score Pseudo-mots /20 :

Texte A B ou C (voir fichier Bilan pré-test_.xls pour savoir lequel choisir)

Nb. de mots lus en 1 minute : Nb. d'erreurs :
Temps (si < 1mn) :

Epreuves VA

Report Partiel Lettres

P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	Total lettres

Report Global Lettres

P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	Total lettres	Score toutes lettres

Epreuves métaphonologiques

Tâche	Score	Temps	10 ^e centile	
			CE	CM
Omission (/20)			7	11
Décomposition (/15)			1	3
Contrepèterie (/10)			1	2
Acronyme (/10)			4	5

Epreuves de perception catégorielle *Fichier de résultats à envoyer*

Tâche	Coché pour fait
Identification	
Discrimination	

Volume sonore utilisé : _____

Epreuves métaphonologiques

Omission Phonémique (1^{er} phonème) Exemples : envoi ; orange ; caverne ; placard

	Réponse attendue	Réponse	Note (0 ou 1)
Outil	Ti		
Fontaine	Ontaine		
Drapeau	Rapeau		
Courage	Ourage		
Ombrage	Brage		
Planète	Lanète		
Droit	Roit		
Frite	Rite		
Capitaine	Apitaine		
Ampoule	Poule		
Dragon	Ragon		
Virgule	Irgule		
Statue	Tatue		
Gravier	Ravier		
Hiver	Ver		
Impossible	Possible		
Envoyer	Voyer		
Planche	Lanche		
Grappe	Rappe		
Oubli	bli		

Score Total	
Temps	

Décomposition Phonémique Exemples : chasse ; menton ; planche

	Réponse attendue	Réponse	Note (0 ou 1)
Four	f-ou-r		
Epaule	E-p-o-l		
Chauffage	Ch-o-f-a-j		
Cri	k-r-i		
Porte	p-o-r-t		
Allumer	a-l-u-m-é		
Outil	Ou-t-i		
Plage	p-l-a-j		
Crapaud	k-r-a-p-o		
Encre	En-k-r		
Cadeau	k-a-d-o		
Régler	r-è-g-l-é		
Jouet	j-ou-è		
Abri	a-b-r-i		

Armure	a-r-m-u-r		
--------	-----------	--	--

Score Total	
Temps	

Acronyme Exemples : roi - image ; dent - ours ; vent - été

	Réponse attendue	Réponse	Note (0 ou 1)
Photo artistique	Fa		
Chien accroupi	Cha		
Bébé ourson	Bou		
Tortue enlevée	Ten		
Bel oiseau	Boi		
Cher auguste	Cho		
Gant épais	Gué		
Cousin Infernal	Kin		
Gentil invité	Jin		
Grave Entorse	Gan		

Score Total	
Temps	

Annexe III : Epreuves comportementales

Lecture de mots

Liste A

cité
joujou
pain
seize
brio
angle
tente
scène
indien
cadran
cervelle
glu
portrait
haie
caviar
ancien
fillette
capsule
médicament
essence
cube
diplôme

haut
store
neveux
îlot
tasse

Liste B

cerf
jaguar
saoul
pays
huit
sept
cancer
gag
football
alcool
cactus
hier
dixième
square
album
croc
nation
iris
patience
estomac

tennis
millimètre
broc
tabac
cercueil
index
chorale

Liste C

saté
jinjan
ingre
navoue
pian
fittanne
sanjou
bloi
assouce
turre
stune
cuvior
hoin
scive
taude
midacoment
glo
aidoin

cirvalie
codrin
oulé
daplème
pertroue
soize
incion
copsale
hoir

Dictée de mots

Dictées Liste A

Mots	Pseudo-mots
bateau	cardion
quarante	boureuil
accident	caglanto
fil	vornil
bœuf	flamonal
escargot	matibre
six	bissante
lendemain	cravicol
mauvais	pindillon
serpent	guirape
crayon	dracochin
palais	bagilan
pied	ducamin

monsieur	acticin
pays	guépule
soixante	gortour
bonnet	baquin
argent	plarigeon
wagon	ébrinel
habit	dactoin

Dictées Liste B

Mots	Pseudo-mots
sommeil	vertour
cinq	fissante
piscine	pocamin
tempête	guirape
renard	dacreuil
crapaud	goboin
aspect	drinconal
arrêt	flaconel
araignée	cricochin
sirop	pintibre
année	magilan
longtemps	ébricol
deuxième	bariquin
quatorze	actillon
œil	baticin
sœur	carnil
enfant	plageon
sommet	cavinel
orchestre	bourdion
quatre	guépule

Dictées Liste C

Mots	Pseudo-mots
blanc	Barigeon
village	Vordion
agent	Actibre
mystère	Maticin
jamais	Guipule
baleine	Bournil
herbe	Cabrinel
forêt	Plaquin
beauté	Missante
tabouret	Drinvicol
peinture	Flacochin
nez	Guérape
malheur	Pingilan
dix	Badillon
pièce	Carboin
tronc	Goreuil
stylo	Eglanto
seconde	Docamin
difficile	Dactour
cahier	Crimonal

Lecture de texte

Texte A

Le camion et le lion

Le chauffeur du vieux camion était content. Il avait enfin réussi à atteindre la piste qui mène au village de la brousse. Soudain, le chauffeur aperçut quelque chose sur la piste: c'était un lion qui se reposait à l'abri du soleil. Couché au milieu de la piste, le lion regardait le camion s'approcher de lui, immobile. Le chauffeur hésita puis freina et arrêta le camion à quelques mètres du lion. Le chauffeur attendait que le lion bouge et les secondes qui passaient lui semblaient des heures. Enfin, le lion se leva et se dirigea lentement vers le camion. Le chauffeur, les mains crispées sur le volant, démarra aussitôt. Le lion s'écarta et se mit à courir à côté du camion pendant que le chauffeur accélérât au maximum. Le lion s'arrêta brusquement, puis tourna le dos au camion et s'allongea majestueusement. Le chauffeur se retourna et, rassuré, comprit que le danger était passé.

Texte B

L'ours et le fermier

Le fermier sur son vieux cheval était heureux. Il avait enfin pu rejoindre le sentier qui mène à la ferme de la vallée. Tout à coup, le fermier aperçut une forme sur le sentier : c'était un ours qui se détendait à l'ombre des arbres. Allongé au milieu du sentier, l'ours regardait le cheval s'avancer vers lui, immobile. Le fermier hésita puis ralentit et stoppa le cheval à quelques mètres de l'ours. Le fermier attendait que l'ours se lève et le temps qui passait lui paraissait interminable. Alors, l'ours se leva et s'avança tranquillement vers le cheval. Le fermier, les mains serrées sur les rennes, repartit rapidement. L'ours s'écarta et se mit à s'élancer sur le cheval alors que le fermier encourageait sa monture. L'ours s'arrêta subitement, puis tourna le dos au cheval et s'allongea royalement. Le fermier regarda derrière et, soulagé, comprit que la menace était passée.

Texte C

Le brigand

La pauvre carriole avait à présent rejoint le sentier qui serpentait jusqu'au ranch de la prairie. Tout à coup, une silhouette se dressa sur le sentier: c'était un brigand. Debout, le regard franchement menaçant, le brigand fixait la carriole qui avançait, il ne disait rien. Le conducteur ralentit et stoppa la carriole. Son cœur battait comme s'il allait se rompre.

Cependant,

le brigand se redressa et s'avança lourdement vers la carriole. Le conducteur tremblant de tout son corps repartit très vite. Le brigand se précipita et s'accrocha à la carriole, c'est alors que le conducteur aperçut sa blessure.

Le brigand se hissa, plongea tête baissée et s'écroula comme une masse.

Inquiet, le conducteur s'arrêta. Il s'était trompé, le brigand n'était pas dangereux.

Annexe IV : Consentement parents/enfants à l'étude

Consentement parents



Laboratoire de Psychologie et Neuro-Cognition – UMR 5105
Université Pierre Mendès-France, Grenoble
cedex 2



Faculté de Médecine, Campus Pasteur
28 Ave, de Valombrose 06107 Nice



Centre référent des troubles des
apprentissages



Contact : Nadine LIONS

Tel. : + 33 (0) 6 47 00 98 35

E-mail : nadine.lions@orange.fr

Consentement de participation des parents

De

M.
..... (NOM, Prénom)

Adresse
.....

Et de

M.
..... (NOM, Prénom)

Adresse
.....

Rééducation de la dyslexie

Effets d'un entraînement visuo-attentionnel

Sylviane VALDOIS, Directrice de Recherche au CNRS, Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition, UPMF à Grenoble, Karine ESKINAZI, orthophoniste à Nice, Catherine FOSSOUD, médecin du Centre Référent des Troubles des Apprentissages (CERTA) de Nice CHU Lenval et Nadine LIONS, étudiante en orthophonie au Centre de Formation de Nice sollicitent la participation de votre enfant :

NOM, Prénom et date de
naissance.....
.....

à une recherche concernant les effets d'une rééducation visuo-attentionnelle de la
dyslexie, c'est-à-dire visant à améliorer la lecture et l'orthographe.

Cette recherche comprend :

1. La passation d'épreuves d'évaluation de pré-rééducation d'une durée d'1h30 environ. Les épreuves nous permettront d'évaluer si votre enfant est éligible à cet entraînement visuo-attentionnel.

2. Dans l'affirmative, une première prise en charge rééducative interviendra ensuite durant 6 semaines, puis une seconde pendant 6 semaines également. Elle sera effectuée **sous votre contrôle à raison de 5 jours par semaine, 15 minutes par jour durant ces 6 semaines.**

Des épreuves d'évaluation d'une heure seront effectuées suite à chaque période de façon à mesurer l'effet de l'entraînement sur la performance en lecture et en orthographe de votre enfant. La description précise de l'ensemble des épreuves vous sera communiquée préalablement à chaque évaluation.

Il est essentiel, pour pouvoir bénéficier pleinement des effets de la rééducation de bien respecter les conditions de celle-ci : fréquence et durée de séances de rééducation, réalisation de ces séances avec concentration, dans un environnement calme et isolé. Aucune aide n'est nécessaire pour réaliser la rééducation une fois l'installation du logiciel terminée, mais une présence parentale est souhaitable afin de s'assurer de la réalisation des séances dans les meilleures conditions possibles.

Votre accord pour participer vous laisse à tout moment libre de vous retirer de l'étude.

**AVEC CE CONSENTEMENT NOUS ACCEPTONS QUE NOTRE ENFANT
PARTICIPE A CETTE RECHERCHE DANS LES CONDITIONS PRECISEES CI-
DESSUS.**

Notre consentement ne dégage en rien les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Nous conservons tous nos droits garantis par la loi.

Les données qui concernent notre enfant resteront strictement confidentielles. Nous n'autorisons leur consultation que par les personnes qui collaborent à la recherche.

Fait à Nice, le.....
le.....

Nom, Prénom et signature de l'investigateur
parents

Fait à,

Nom, Prénom et signatures des deux

Nadine LIONS

Consentement enfant



Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition – UMR 5105
 Université Pierre Mendès-France, Grenoble
 cedex 2

Faculté de Médecine. Campus Pasteur
 28 Ave, de Valombrose 06107 Nice



Contact : Nadine LIONS

Tel. : + 33 (0) 6 47 00 98 35

E-mail : nadine.lions@orange.fr

Consentement de participation de l'enfant

..... (NOM, Prénom)

Adresse.....

Rééducation de la dyslexie Effets d'un entraînement visuo-attentionnel

Sylviane VALDOIS, Directrice de Recherche au CNRS, Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition, UPMF à Grenoble, Karine ESKINAZI, orthophoniste à Nice, Catherine FOSSOUD, médecin du Centre Référent des Troubles des Apprentissages (CERTA) de Nice CHU Lenval et Nadine LIONS, étudiante en orthophonie au Centre de Formation de Nice sollicitent ta participation à une recherche sur les effets d'une rééducation sur la dyslexie.

Pour participer à cette étude, tu devras effectuer différents tests de lecture d'une durée d'1h30.

Selon les résultats des tests, nous te proposerons un entraînement spécifique à faire chez toi.

Pour cela, tu devras effectuer une séance d'exercices par jour sur ordinateur, 5 jours par semaine, pendant 6 semaines, puis il y aura une pause d'environ deux semaines et tu feras 6 autres semaines avec d'autres exercices. Chaque séance devra durer 15 minutes. Pour que la rééducation soit efficace, il est important que tu fasses ces séances dans le calme en étant concentré(e).

Après la rééducation, tu repasseras au cabinet d'orthophonie des tests de lecture qui permettront de voir si la rééducation fonctionne bien.

AVEC CE CONSENTEMENT, J'ACCEPTÉ DE PARTICIPER A CETTE ETUDE
Mon consentement ne dégage en rien les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités.

Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Les données qui me concernent resteront strictement confidentielles. Elles ne seront vues que par les personnes qui collaborent à la recherche.

Fait à Nice, le.....

Fait à,

le.....

Nom, Prénom et signature de l'investigateur participant

Nom, Prénom et signatures du

Nadine LIONS

Annexe V : Guide parents pour l'installation du logiciel MAEVA

MAEVA

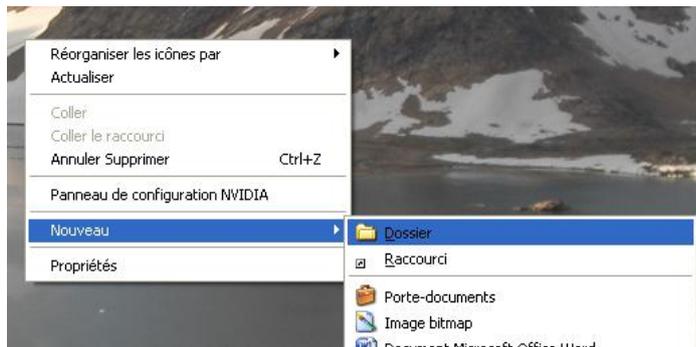
Mode d'emploi

- I – Installer et lancer MAEVA
- II- Paramétrer MAEVA
- III- Utiliser MAEVA
- IV- Présentation des familles de caractères
- V- Description des exercices

I- Installer et lancer Maeva

Ce logiciel ne nécessite pas d'installation à proprement parler, il suffit de copier le répertoire depuis le CD sur le bureau.

- Etape 1 : Créer un dossier MAEVA sur votre bureau.
 - Faire un clic droit sur le bureau pour faire apparaître le menu contextuel
 - Dans ce menu, cliquer sur « Nouveau » -> « Dossier »

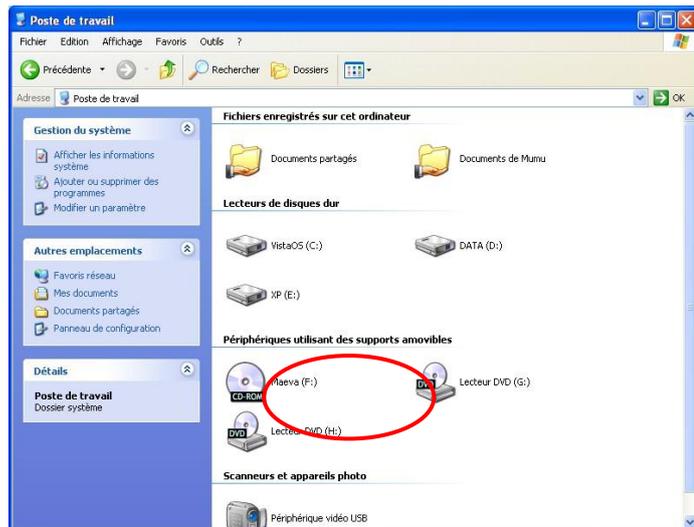


- Appeler ce dossier « MAEVA »
- Etape 2 : insérer le CD dans le lecteur de CD ou DVD
- Etape 3 : Ouvrir le CD

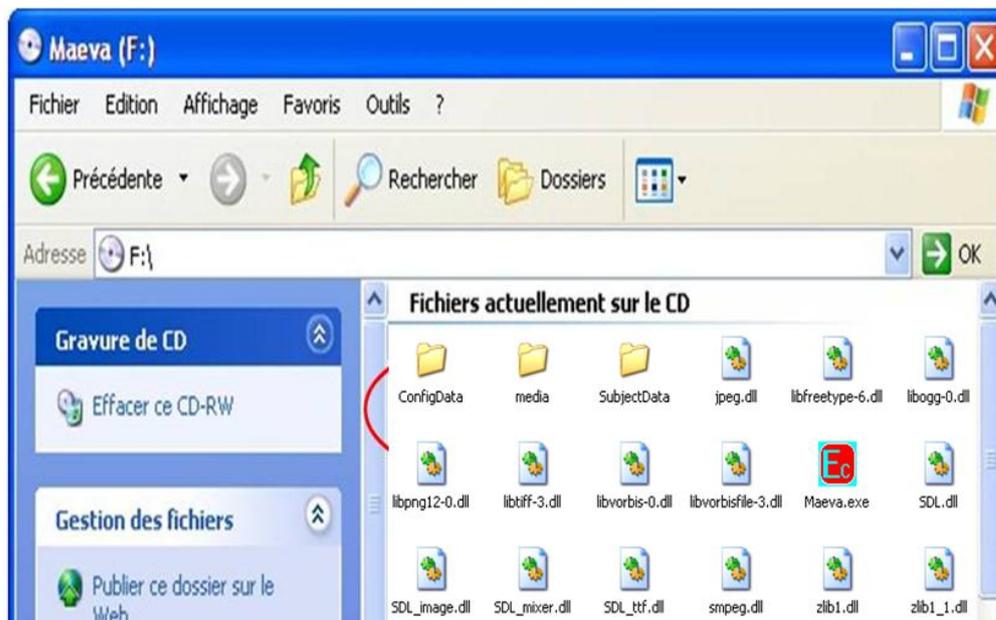
- Automatiquement si Windows le propose



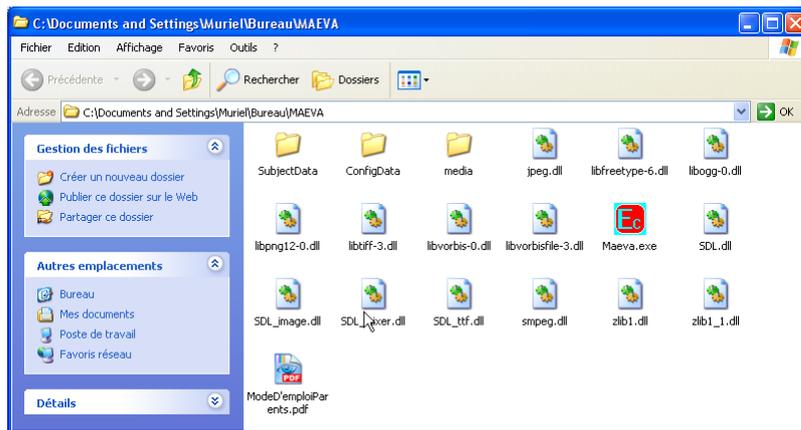
- En ouvrant le Poste de Travail et en double-cliquant sur l'icône du lecteur sinon.



- Dans la fenêtre qui s'ouvre se trouvent l'ensemble des fichiers et dossiers du logiciel.



- Etape 4 : **Copier** l'ensemble des fichiers du CD dans le dossier « MAEVA » créé précédemment sur le bureau.



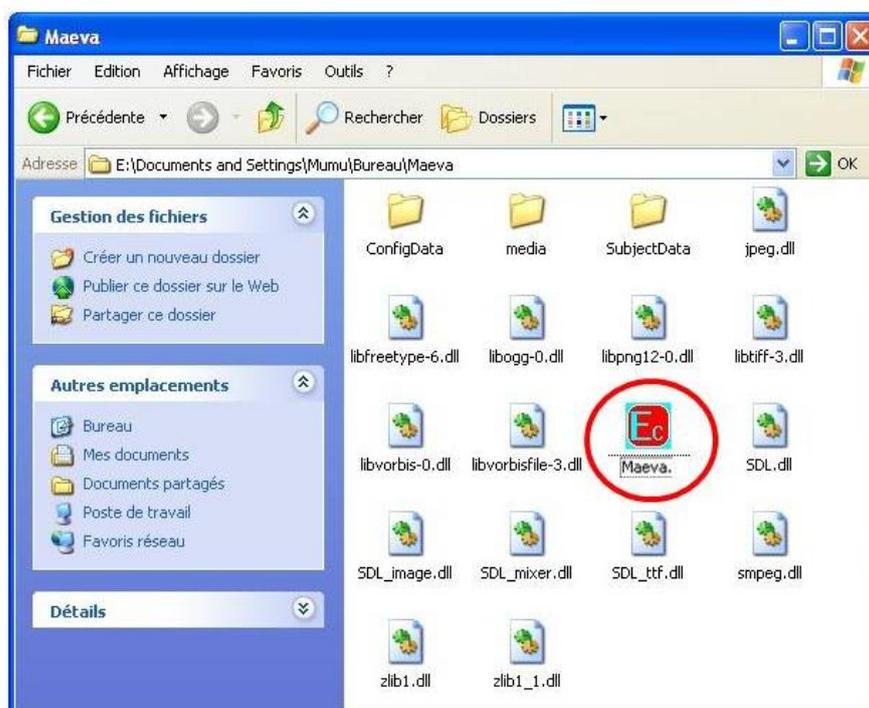
Voilà « l'installation » est terminée !!

II- Lancer Maeva :

Tout d'abord, il est important de noter que pour un fonctionnement optimal, il faut éviter que d'autres logiciels fonctionnent en même temps que MAEVA. En effet, d'autres logiciels fonctionnant en parallèle peuvent interférer avec les capacités d'affichage rapide de MAEVA.

Il faut donc s'assurer que l'ordinateur n'est pas connecté à Internet (afin d'éviter tout téléchargement ou installation de mise à jour Windows ou autres), logiciels d'indexage en arrière plan (Google desktop, Copernic, etc), logiciels de messagerie (MSN, etc), etc.

- 1- Double-Cliquer sur le dossier Maeva qui se trouve sur votre bureau.
- 2- Double-cliquer sur Maeva :



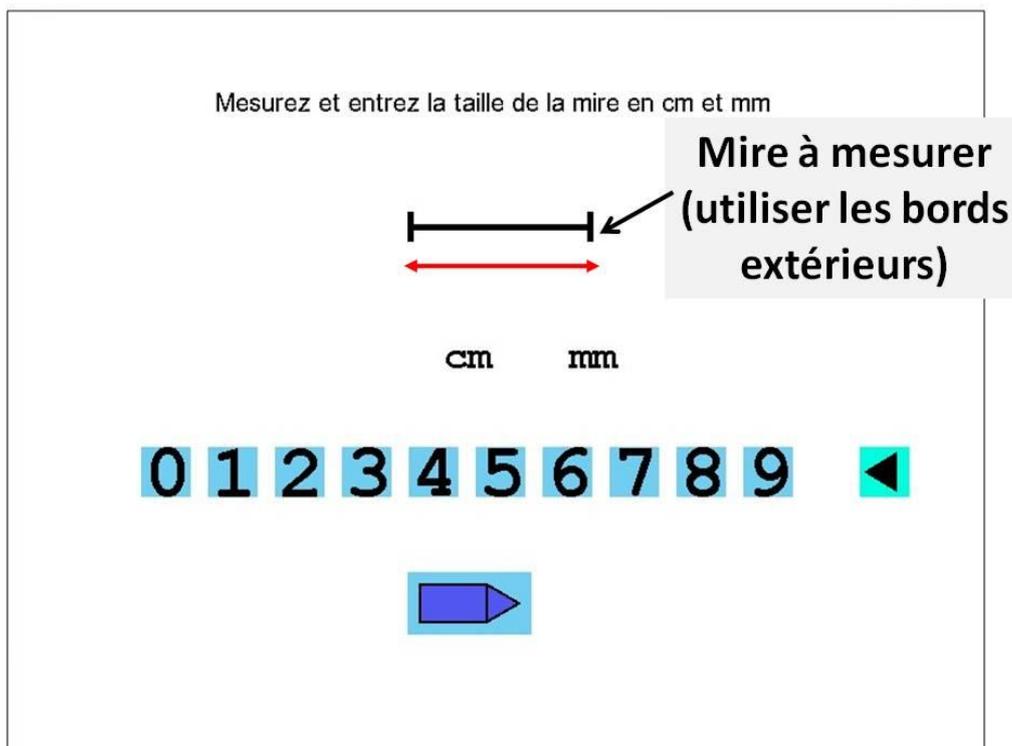
III- Paramétrer MAEVA

Lors de la première utilisation, il vous faudra renseigner deux écrans avant d'accéder au logiciel.

1- Ecran de paramétrisation vidéo

Le premier écran permet d'ajuster la taille des graphiques à la taille de votre écran et à la résolution de votre carte graphique. Il est important de la réaliser avec soin afin d'être sûr que les exercices seront proposés à une taille optimale pour le processus de rééducation.

Il s'agit juste de mesurer une mire proposée à l'écran. La mesure se fait avec un simple double-décimètre en faisant attention à être précis au millimètre près. Il faut mesurer la mire du bord extérieur gauche au bord extérieur droit. Une fois la mesure faite, entrez-la dans MAEVA en utilisant la souris et les boutons proposés. Cliquez ensuite sur la flèche pour passer à l'écran suivant.



2- Ecran de personnalisation

Ce deuxième écran permet de personnaliser le logiciel.

Il faut (1) cliquer dans la barre d'entrée, (2) taper le prénom de l'enfant (sans accents) à l'aide du clavier, (3) cliquer sur le bouton OK.

TON PRENOM [sans accents

Jeremy

OK

III- Utiliser MAEVA

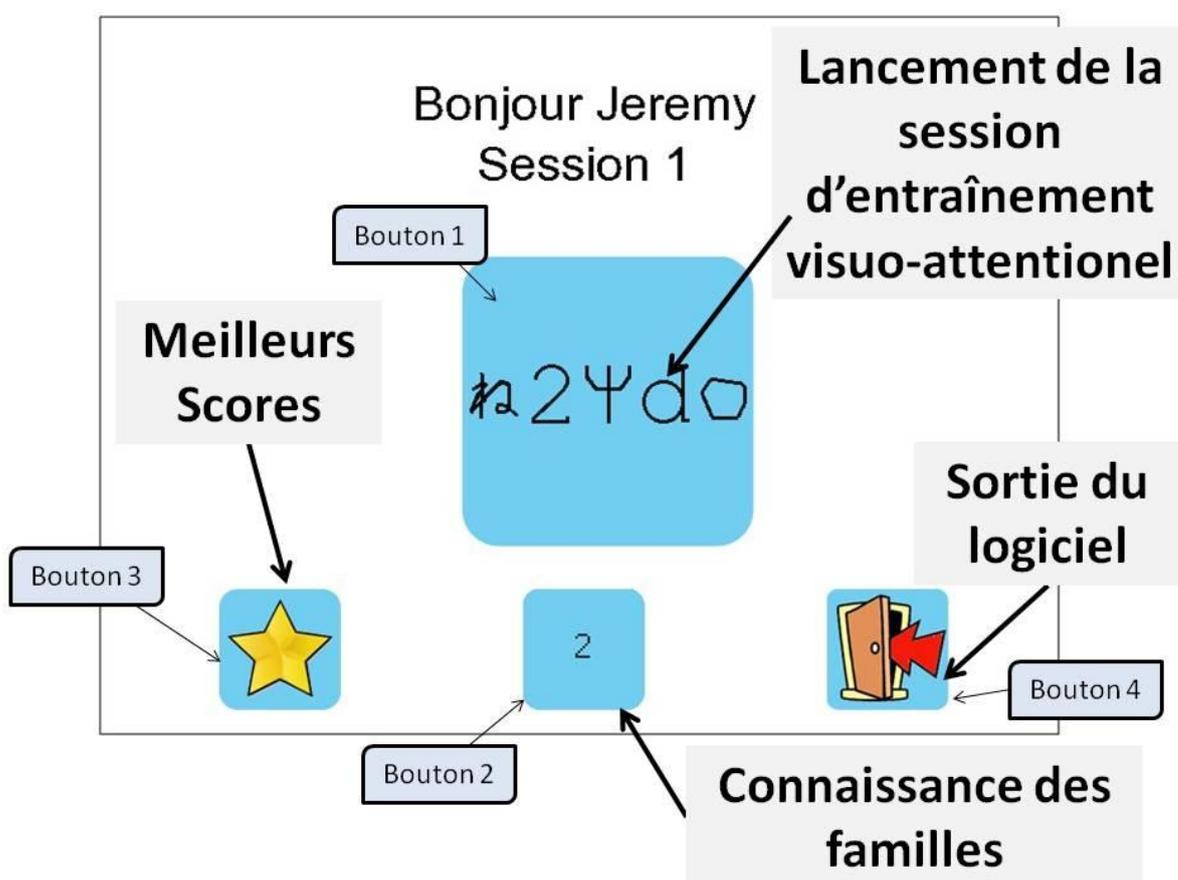
Rappel : Avant de lancer MAEVA, n'oubliez pas de fermer tous les logiciels qui pourraient fonctionner en arrière-plan et empêcher un fonctionnement optimal de MAEVA ainsi que de vous déconnecter d'Internet.

1- Familiarisation avec les familles :

Vous trouverez dans la partie suivante de ce manuel une présentation des différentes familles de caractères utilisées. Il est important, lors des 2 ou 3 premières séances, de les présenter à votre enfant pendant 1 à 2 minute afin qu'il / elle se familiarise avec leurs caractéristiques.

2- Ecran Menu

Cet écran permet de naviguer dans le logiciel.



- Bouton 1 : Permet de lancer la séance d'entraînement visuo-attentionnel
- Bouton 2 : Permet de lancer une familiarisation avec les différentes catégories.
- Bouton 3 : Permet d'afficher les 5 meilleurs scores obtenus par l'enfant depuis la première séance.
- Bouton 4 : Permet de quitter le logiciel et de retourner sous Windows.

3- Déroulement d'une séance d'entraînement :

La durée d'une séance est de 15 min. C'est à vous, parents, de chronométrer le temps de la séance.

L'enfant clique sur le **bouton 1**, qui déclenche le premier exercice. Il effectue les exercices proposés à la suite pendant les 15 min de séance. Il peut bien sûr observer de courtes pauses pendant ces 15 min mais il est important que la totalité de ces pauses ne dépasse pas une durée de 3 min. A vous de voir avec votre enfant s'il préfère plusieurs pauses très courtes ou bien une seule pose un peu plus longue.

Les différents exercices sont tous structurés de la même manière. Six exercices de difficultés différentes peuvent être proposés. Ici nous détaillerons le premier exercice, mais la totalité des exercices est décrite dans la partie « V- Description des exercices » de ce manuel. Lorsque votre enfant découvre un exercice qu'il ne connaît pas encore, n'hésitez pas à vous référer à cette description.

4- Déroulement d'un exercice :

Ce descriptif a été enlevé par souci de confidentialité

5- Familiarisation avec les différentes familles

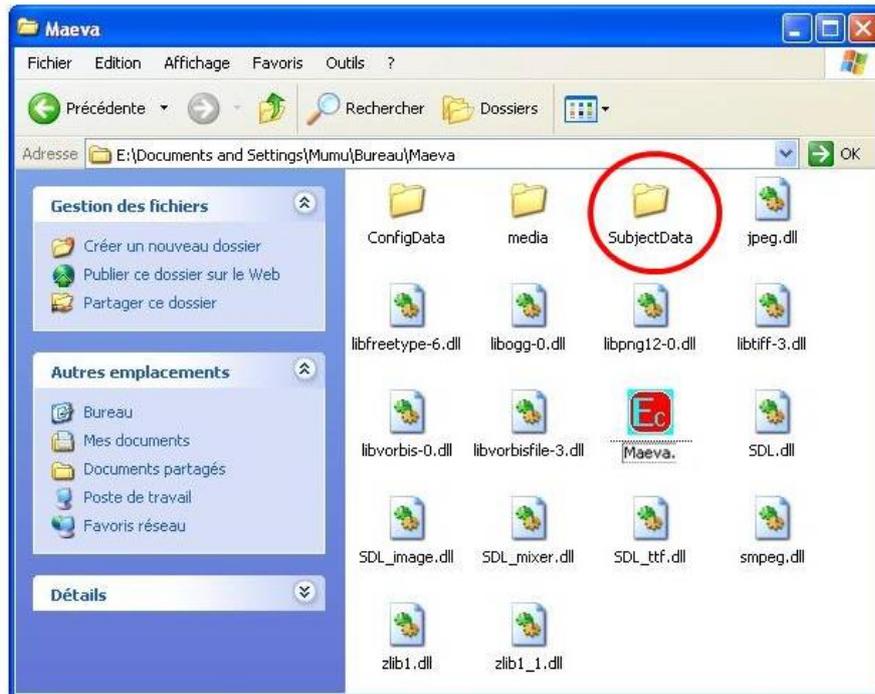
Pour les 2 ou 3 premières séances, les 5 premières minutes peuvent être consacrées à la familiarisation avec les différentes familles de caractères. Il faut alors cliquer sur le **bouton 2**, puis laisser l'enfant réaliser cet exercice pendant 5 minutes.

Au bout de 5', revenir à l'écran **Menu** en cliquant sur le bouton **Sortie**. Une fois revenu à l'écran **Menu**, cliquer sur le **bouton 1** pour commencer la séance de rééducation. L'enfant réalise alors une séance classique mais pour une durée de 15 min.

6- Fin de la rééducation

A la fin des 6 semaines de rééducation, nous vous demandons de nous faire parvenir les fichiers dans lesquels sont enregistrées les données de rééducation de votre enfant. Le mieux est de nous les faire parvenir par mail.

Le dossier à faire parvenir est le dossier **subjectdata** qui se trouve dans le dossier Maeva.



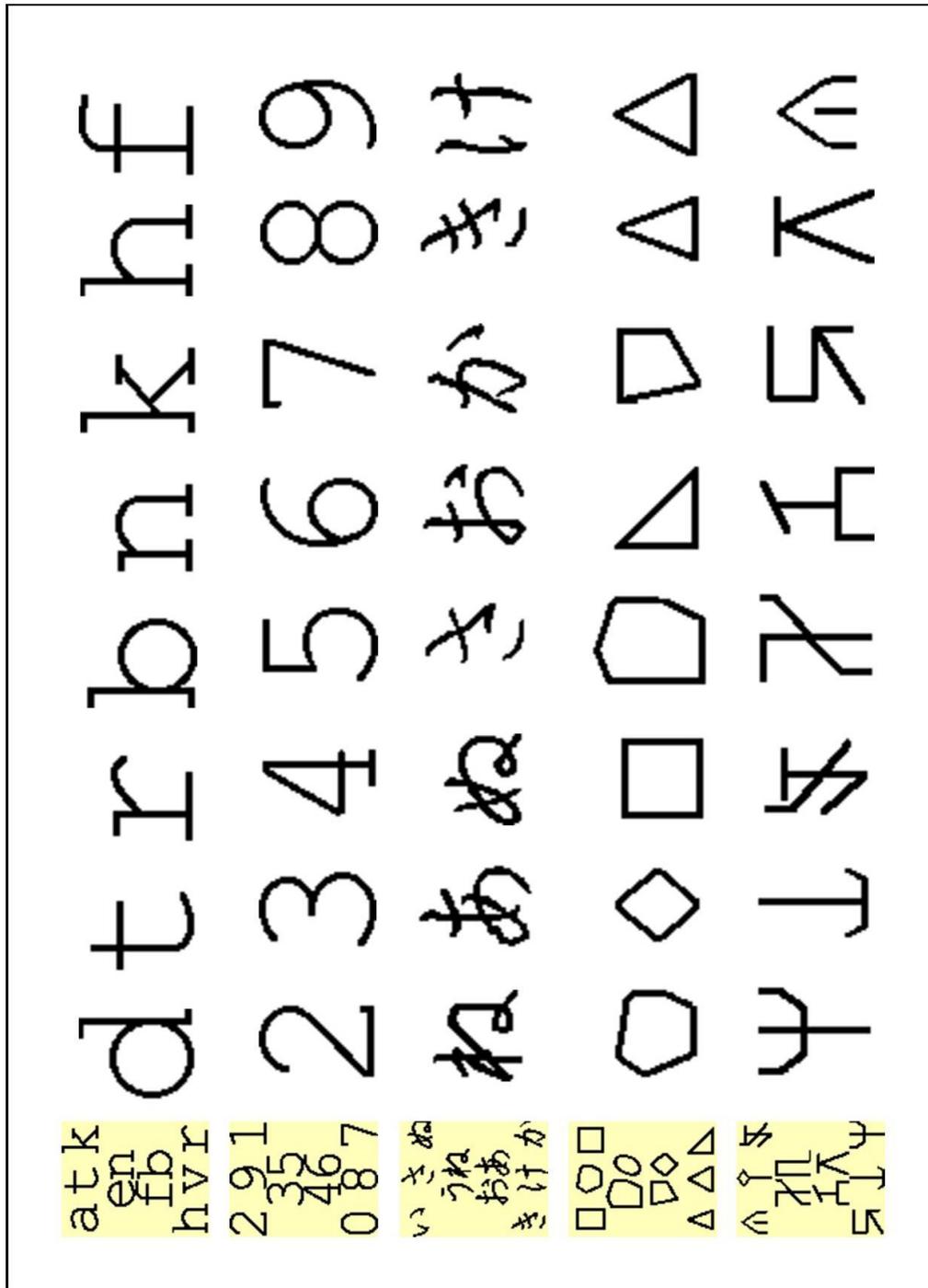
Pour pouvoir envoyer ce dossier sans problème, la marche à suivre est la suivante.

- Sélectionner le dossier SubjectData en faisant un clic gauche dessus.
- Faire un clic droit puis, dans le menu contextuel, choisir Envoyer Vers puis Dossier Compressé.
- Un nouveau fichier SubjectData.zip devrait alors apparaître dans le dossier Maeva.
- C'est ce fichier SubjectData.zip qu'il faudrait me faire parvenir par mail.

Merci de bien vouloir, à la fin de la rééducation, envoyer ce dossier à l'adresse nadine.lions@orange.com

Vous pouvez également me contacter sur ce même mail pour tout problème concernant l'installation ou l'utilisation du logiciel.

IV- Présentation des familles de caractères :



V- Description des exercices

Ce descriptif a été enlevé par souci de confidentialité

Annexe VI : Guide parents pour l'installation du logiciel EPC-Dom-Tom

Dom Tom Entrainement Perception Catégorielle EPC Mode d'emploi

- I - Installer EPC
- II - Utiliser EPC
- III - Consignes
- IV - Description des exercices

- - - - -

I- Installer EPC

a. Créer un dossier DomTom sur votre bureau

pour cela, faire clic droit sur votre bureau, puis nouveau, nouveau dossier



b. Cliquer sur le lien ci-dessous, qui permet de lancer automatiquement le téléchargement

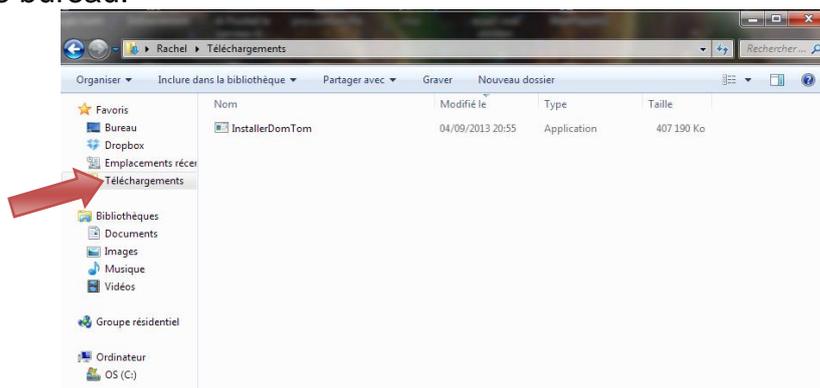
<https://dl.dropboxusercontent.com/u/104684/ECP/InstallerDomTom.exe>

Sous Windows XP : Enregistrer le fichier (et non pas directement exécuter) sur le dossier DomTom créé sur le bureau

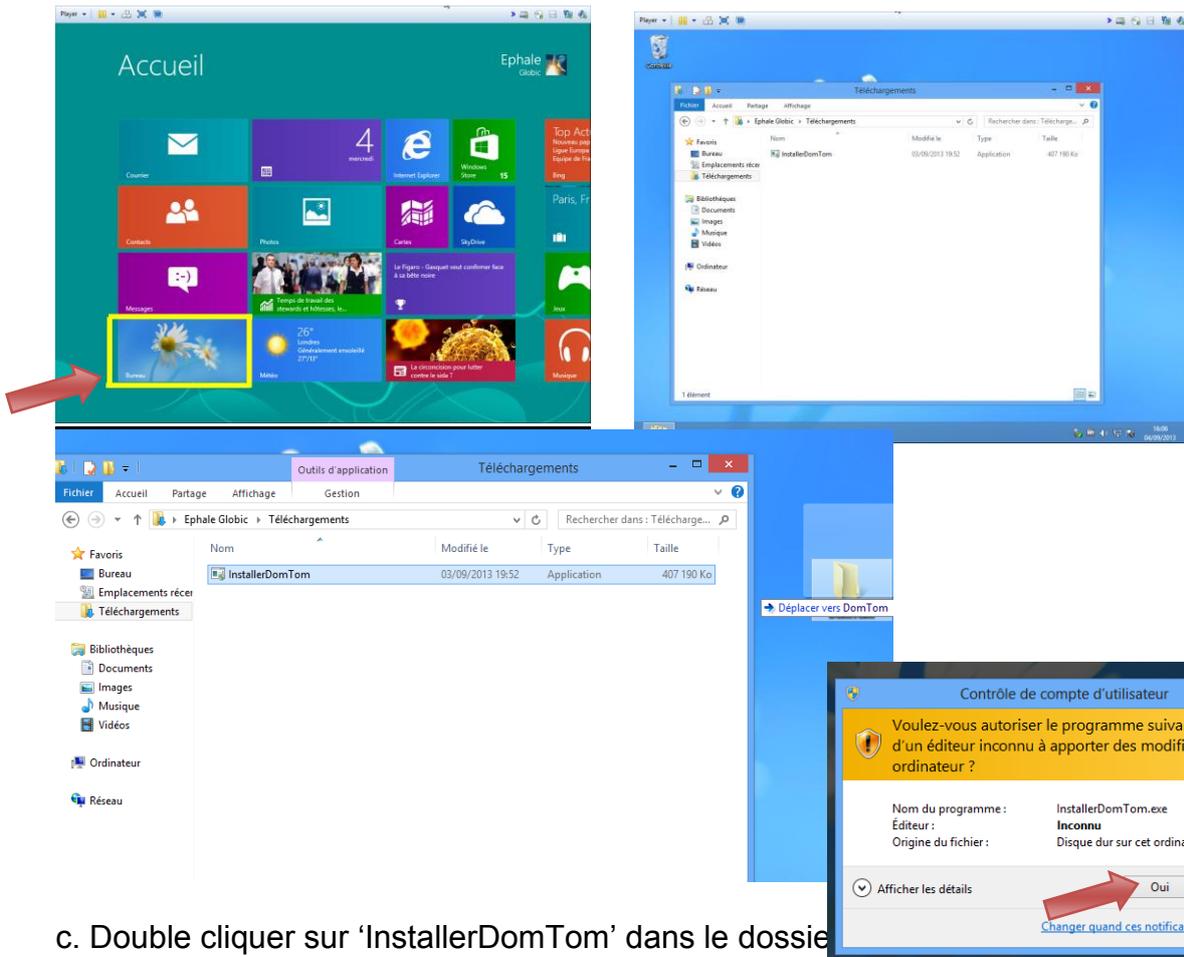


puis 'Enregistrer sous' : chercher le dossier DomTom sur le bureau

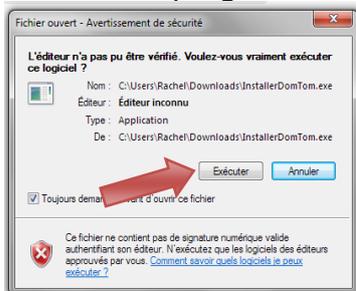
Sous Windows 7 et 8 ou si le téléchargement a lieu automatiquement : Déplacer 'InstallerDomTom' du dossier Téléchargement vers le dossier DomTom créé sur le bureau.



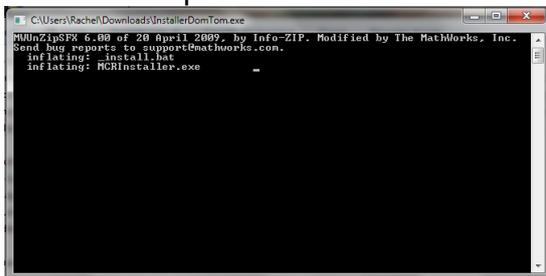
Sous Windows 8 :



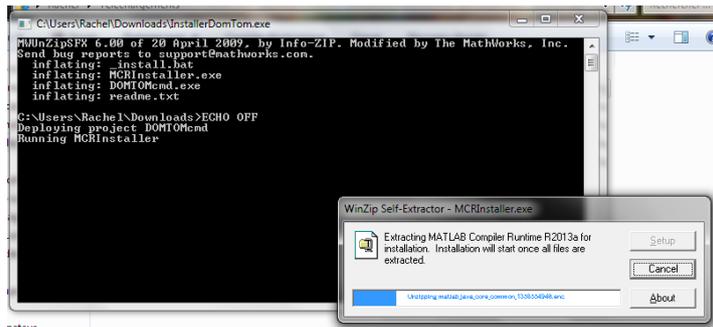
c. Double cliquer sur 'InstallerDomTom' dans le dossier et autoriser le programme à s'exécuter



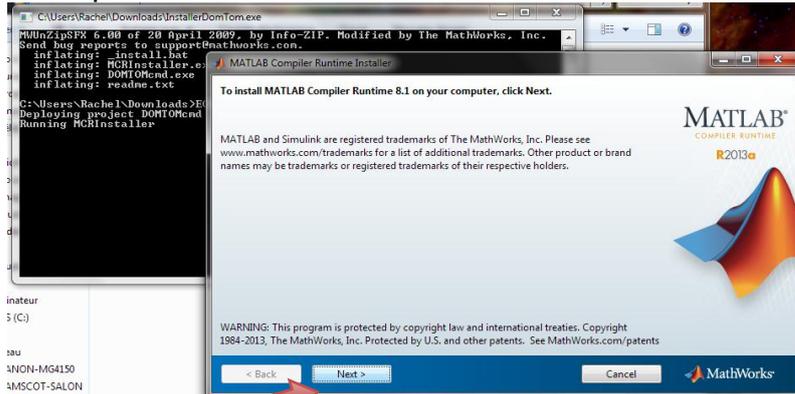
d. Patientez pendant l'écran :



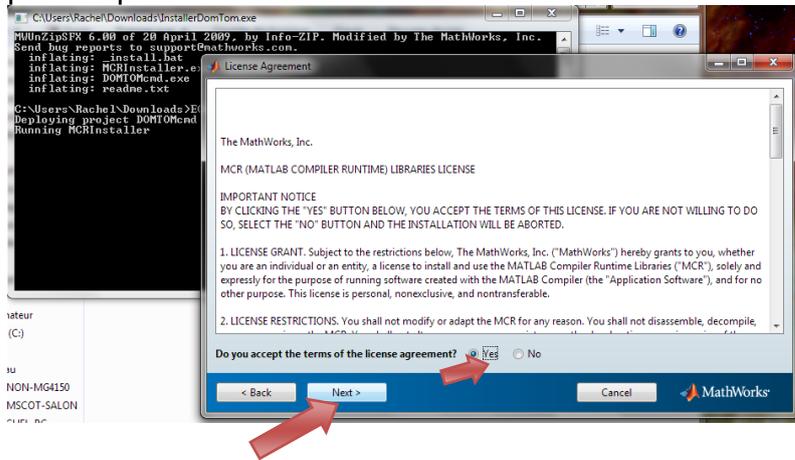
Jusqu'à :



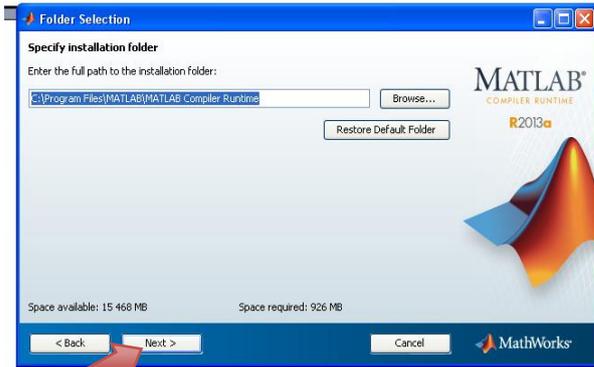
e. Cliquer sur Next



f. Cocher 'Yes' à la question 'Do you accept the terms of the license agreement ?' puis cliquer sur Next

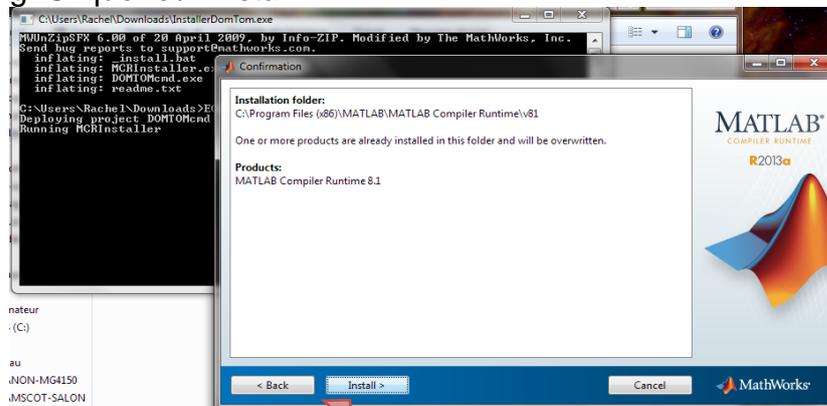


Si cela vous est demandé :



A la question:
"Matlab compiler Runtime does not exist, would you like to create it?" cliquer sur
yes

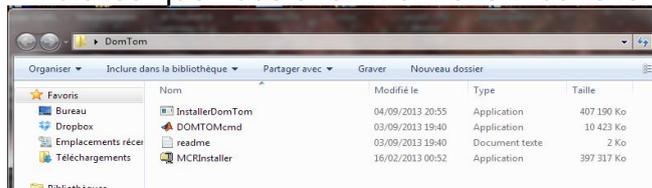
g. Cliquer sur Install



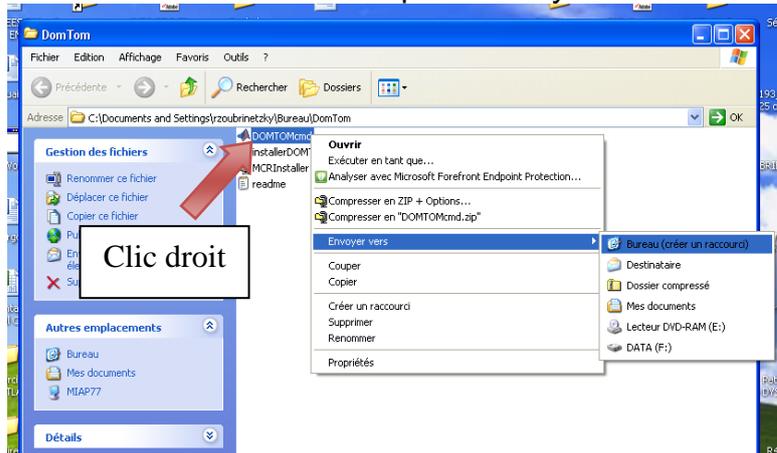
h. Patientez pendant l'installation et terminer en cliquant sur Finish



i. Voici ce que vous avez maintenant dans le dossier DomTom de votre bureau :



j. Créez un raccourci sur le bureau :
Clic droit sur DOMTOMcmd puis 'Envoyer vers' 'Bureau (créer un raccourci)'



II - Utiliser EPC

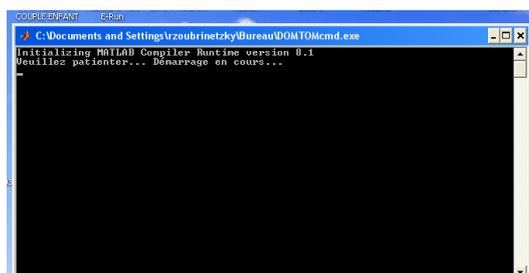
L'enfant doit réaliser l'exercice dans une pièce calme.

Branchez le casque et réglez le volume sonore pour qu'il soit à une intensité confortable pour l'enfant, ni trop fort ni trop faible. Augmenter l'intensité du son ne facilitera pas la perception et n'améliorera pas les performances, au contraire, un volume sonore trop fort sera nocif pour le système auditif de l'enfant. Sur une carte-son standard installée sur un PC tournant sous windows 7, il suffit de régler le volume sur le niveau 30. Dès que vous avez régler l'intensité du son à une certaine valeur, il vous est demandé de ne plus la modifier durant la durée totale de l'étude. Pour vous en souvenir de session en session, il vous est conseillé de le noter pour vous en souvenir :

Volume sonore : _____



Lancez l'exercice en cliquant directement sur le raccourci créé sur le bureau
Patienter le temps du démarrage
(cela peut prendre quelques minutes)



Entrez les informations demandées : Prénom et N° de session
le N° de session va de 1 à 30, correspondant au nombre
d'entraînement à réaliser ; utiliser un calendrier pour noter
chaque entraînement.



Réaliser l'exercice. Vous pouvez noter les scores à mesures (% de réussite) sur le calendrier.

L'entraînement s'arrête automatiquement une fois tous les exercices réalisés.

Si besoin, pour arrêter l'exercice en cours d'entraînement, il faut appuyer simultanément sur Ctrl - Alt - Sup, puis ouvrir le gestionnaire de tâche, puis cliquer sur Cogent Graphics display window et cliquer sur Fin de tâche, puis cliquer sur Terminer maintenant.

Ceci est à éviter autant que possible

III - Consignes

Ce descriptif a été enlevé par souci de confidentialité

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Les figures :

Figure 1 : Modèle de Uta Frith (1985)	12
Figure 2 : Modèle de la "DRC" par Coltheart et al., 2001	14
Figure 3 : Modèle en triangle de Seidenberg et Mc Clelland (1989)	15
Figure 4 : Architecture du modèle connexionniste multi-trace de lecture (Ans et al., 1998)	18
Figure 5 : Théorie phonologique classique – source INSERM, 2007	27
Figure 6 : Théorie du traitement auditif temporel – source INSERM, 2007	28
Figure 7 : Epreuve de report global (a) et de report partiel de lettres (b)	31
Figure 8 : Régions cérébrales activées chez LL (b), FG (c) et des sujets contrôle normo-lecteurs (c) lors de l'épreuve de lettres enchâssées.	35
Figure 9 : MAEVA intègre 5 familles de caractères	52
Figure 10 : Principe du logiciel EPC	54
Figure 11 : Evolution du z-score toutes lettres en RP et RG - groupe expérimental	67
Figure 12 : Evolution du score lettre par lettre en RP - groupe expérimental	68
Figure 13 : Evolution du score lettre par lettre en RG - groupe expérimental	68
Figure 14 : Evolution du z-score toutes lettres en RP et RP - groupe contrôle	69
Figure 15 : Evolution de l'efficacité en lecture, avec le nombre de mots corrects lus par minute (MCLM) - groupe expérimental	70
Figure 16 : Evolution de l'efficacité en lecture de texte - groupe expérimental	71
Figure 17: Evolution du pourcentage de réponses correctes en RP en T0 et T1 pour le groupe contrôle et le groupe expérimental	73
Figure 18: Evolution du pourcentage de réponses correctes en RG en T0 et T1 pour le groupe contrôle et le groupe expérimental	73

Figure 19 : Comparaison des scores de lecture en T0 et T1 pour le groupe expérimental et le groupe contrôle	74
Figure 20: Evolution de l'empan VA toutes lettres du groupe expérimental entre T0 et T2.....	75
Figure 21 : Evolution de la lecture de mots et PM isolés du groupe expérimental entre T0 et T2	76
Figure 22 : Evolution de la lecture de texte (en nombre de mots lus/mn), entre T0 et T2.....	76
Les tableaux :	
Tableau 1 : Critères diagnostiques du trouble spécifique de lecture selon CIM-10.....	21
Tableau 2. Critères d'évaluation d'une méthode rééducative (source Lobier & Valdois, 2009)	41
Tableau 3 : Classe, âge réel, âge lexique et retard de lecture en mois des 10 enfants du groupe expérimental (groupe 1)	49
Tableau 4 : Caractéristiques (effectif, âge réel, retard lexique, dyslexie, troubles cognitifs sous-jacents) des groupes 1 et 2	50
Tableau 5 : Chronologie de l'étude.....	51
Tableau 6 : Caractéristiques (moyennes, écart-type et z-scores) du groupe expérimental sur l'âge réel, l'âge lexique, le retard lexique, les listes de lecture, les compétences VA et métaphonologiques, la mémoire à court-terme et de travail.	64
Tableau 7 : Caractéristiques et performances du groupe expérimental et du groupe contrôle.....	66
Tableau 8 : Mesure de la significativité de l'évolution des performances en lecture entre T0 et T1 pour le groupe expérimental.....	71
Tableau 9 : Mesure de la significativité de l'évolution des performances en lecture entre T0 et T1 pour le groupe contrôle	72
Tableau 10 : Evolution du pourcentage de réponses correctes entre T0, T1 et significativité. Comparatif des deux groupes.....	72
Tableau 11 : Evolution du pourcentage de réponses correctes en RG (T0, T1) et significativité - comparatif des deux groupes.....	73
Tableau 12 : Comparaison des scores de lecture en T0 et T1 pour le groupe expérimental et le groupe contrôle	74

Nadine Lions (Auteur)

VERS UN LOGICIEL DE REEDUCATION DES TROUBLES DE L'EMPAN VISUO-ATTENTIONNEL DANS LES DYSLEXIES DEVELOPPEMENTALES

87 pages, 110 références bibliographiques

Mémoire d'orthophonie – UNS / Faculté de Médecine - Nice 2014

RESUME

Mieux connaître les dysfonctionnements cognitifs à l'origine de la dyslexie développementale représente un véritable enjeu rééducatif en orthophonie. La conception pluraliste du langage écrit admet l'existence de troubles sous-jacents variés expliquant l'hétérogénéité des profils dyslexiques. Deux dysfonctionnements cognitifs sont notamment bien décrits et s'appuient sur des modèles théoriques précis : le trouble phonologique et le trouble de l'empan visuo-attentionnel. Ces troubles sont observés de façon isolée et en proportion importante chez les sujets dyslexiques et mettent en jeu des régions différentes du cerveau. De récentes études montrent qu'il n'existe pas de relation bi-univoque entre déficits cognitifs et profils de lecture. L'examen clinique doit donc inclure les outils appropriés pour poser un diagnostic du trouble cognitif qui orientera la prise en charge. L'objectif de notre étude visait à mesurer les effets d'un outil informatisé de remédiation, ciblé sur le trouble de l'empan visuo-attentionnel, du nom de MAEVA, par le biais d'un entraînement régulier et intensif que nous avons proposé à un groupe de dix enfants ayant une faiblesse de l'empan visuo-attentionnel. Les résultats témoignent d'une amélioration significative du déficit cognitif ainsi que des compétences en lecture de mots et de texte au bout des six semaines d'entraînement. De plus, les progrès mesurés sont restés stables après contrôle, huit semaines plus tard. Il est ainsi raisonnable d'envisager la contribution positive du programme MAEVA à la rééducation de la dyslexie développementale avec trouble de l'empan visuo-attentionnel.

MOTS-CLES

Dyslexie développementale – Trouble cognitif sous-jacent - Empan visuo-attentionnel – Remédiation – Entraînement intensif – Langage écrit

DIRECTEUR DE MEMOIRE

Karine Eskinazi

CO-DIRECTEUR DE MEMOIRE

Sylviane Valdois