



HAL
open science

Les jeux vidéo: support de rééducation de la dyslexie ?

Caroline Mellor

► **To cite this version:**

Caroline Mellor. Les jeux vidéo: support de rééducation de la dyslexie?. Sciences cognitives. 2014. dumas-01025690

HAL Id: dumas-01025690

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01025690>

Submitted on 18 Jul 2014

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.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPHONISTE

**Le jeu vidéo:
support de rééducation de la dyslexie ?**

Année universitaire 2013/2014

Par

Caroline MELLOR

Née le 06/02/1988

Directeur de mémoire : **Anne FRANÇOIS SAINT CYR**

Résumé

Cette étude porte sur un nouveau support de rééducation envisageable dans le cadre de la prise en charge de la dyslexie.

En accord avec les travaux conduits sur l'importance du traitement visuo-attentionnel dans la reconnaissance des mots écrits, cette recherche a pour objectif de mettre en évidence l'influence d'une rééducation visuo-attentionnelle par les jeux vidéo d'action sur les capacités lexiques de deux enfants dyslexiques âgés de 10 et 11 ans et de même niveau scolaire. Pour ce faire, nous avons administré un entraînement de 12 heures, réparties sur 16 séances de 45 minutes, du jeu vidéo *Rayman contre les lapins crétins* ©. Pour apprécier leur évolution, nous avons réalisé une évaluation de leur niveau lexique et visuo-attentionnel au début et à la fin de l'entraînement à partir de tests standardisés et d'une épreuve d'évaluation de l'empan visuo-attentionnel non validée. Les résultats de cette étude montrent une amélioration des deux versants chez les deux participants.

Notre mémoire ouvre la voie à un nouveau support de rééducation de l'attention visuelle en orthophonie, le jeu vidéo.

Mots-clés : dyslexie, lecture, attention visuelle, jeux vidéo

Abstract

This study concerns a new possible support of reeducation within the framework of the dyslexia care.

In agreement with the works led on the importance of the visuo-attentionnel treatment in the written words recognition, this search has for objective to highlight the influence of a visuo-attentionnel reeducation by the action video games on capacities lexicons of two dyslexics children 10 and 11 years old and of the same school level. To do it, we administered a training of 12 hours, distributed on 16 sessions of 45 minutes, with the video game *Rayman raving rabbits* ©. To appreciate their evolution, we realized an evaluation of their lexicon and visuo-attentionnel level at the beginning and at the end of the training from standardized tests and from a test of evaluation of the span visuo-attentionnel not validated. The results of this study show an improvement of both hillsides at both participants.

Our memory opens the way to a new support of reeducation of the visual attention in orthophony, the video game.

Keywords : dyslexia, reading, visual attention, video games

Nombre de références bibliographiques : 77

Nombre total de pages : 122

Remerciements

Tout d'abord, mes remerciements s'adressent naturellement à Mme Anne François St Cyr, ma directrice de mémoire. En plus de s'être montrée disponible, efficace et bienveillante tout au long de l'élaboration de ce mémoire, elle a surtout accepté de me superviser alors que je n'avais pas encore de sujet bien arrêté. Merci de m'avoir fait confiance et d'avoir fait de ce mémoire ce qu'il est aujourd'hui.

Merci à Mmes Claire Fisener et Marine Salanon qui nous ont mises en relation avec les familles des deux participants de cette étude, et sans qui ce projet n'aurait pu aboutir.

Merci aux deux participants et à leur famille pour avoir ouvert la porte de leur maison et avoir accepté de participer à l'élaboration de ce projet.

Merci à ma mère pour son soutien indéfectible et pour avoir composé avec mes humeurs. Elle fut une véritable source d'amour et de réconfort tout au long de la réalisation de ce mémoire. Merci également à mon père, mon « daddy », pour son soutien, certes lointain (eh oui, Bastia-Bordeaux ça fait loin), mais très paternel.

Merci à Christophe pour avoir été présent et investi pendant ces longs mois; merci d'avoir suivi de près l'évolution de ce projet et de m'avoir soutenue avec amour dans les bons moments comme dans les plus difficiles. Merci pour sa patience et pour avoir toujours cru en moi. CC26 ;)

Merci à Léa, honey, qui a assisté de très près à l'élaboration de ce mémoire comme j'ai assisté au sien ; nos routes ont été parallèles encore une fois cette année. Nous avons tout partagé. « Waky Waky » ;)

Enfin, j'associe à ces remerciements tous ceux qui ont participé de près ou de loin à ce travail.

SOMMAIRE

Remerciements	
Sommaire.....	
Préface.....	9
PARTIE 1 : ASSISES THÉORIQUES	11
I – Lecture et attention	12
1) Qu'est-ce que lire ?	12
2) Lecture et traitement visuel du mot	18
2.1 Système visuel : caractéristiques	18
2.2 Saccades et fixations	19
3) Les modèles connexionnistes de la lecture	21
3.1 Approche connexionniste de McClelland	21
3.2 Modèle multitraces MTM de la lecture	23
4) Modèle neuropsychologique de l'attention	26
II – Trouble spécifique de la lecture	31
1) Définition : qu'est-ce qu'un trouble spécifique du langage écrit ?	31
2) Classification des troubles spécifiques du langage écrit	32
3) Dyslexie : hypothèse d'un déficit visuo-attentionnel	33
3.1 Optimal viewing position ou point de fixation optimal (OVP)	33
3.2 Empan visuo-attentionnel	35
3.3 Orientation de l'attention visuelle	37
III – Dyslexie et jeux vidéo d'action	40
1) Cerveau et jeux vidéo d'action	40
2) Présentation de l'article « Action video games make dyslexic children read better » (« Les jeux vidéo d'action permettent aux enfants dyslexiques de mieux lire », traduction libre) par S. Franceschini & al.	44
PARTIE 2 : DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE	50
I – Problématique et hypothèses	51
1) Problématique	51

2) Hypothèse principale	52
3) Hypothèse secondaire	52
II – Méthodologie	53
1) Démarche expérimentale	53
2) Sélection de l'échantillon	54
2.1 Description du patient 1	54
2.2 Description du patient 2	55
3) Déroulement du protocole	56
4) Outils	57
4.1 Leximétrie	57
4.1.1 Lecture de mots : épreuve <i>Lecture – Stratégie</i> issue du L2MA (Chevrier-Muller et al. 1997)/ <i>Lecture de mots non fréquents</i> issue de la BALE (Jacquier Roux et al. 2010)	57
4.1.2 Lecture de Texte : <i>Monsieur Petit/ Le géant égoïste</i> , issue de la BALE (Jacquier Roux et al. 2010)	58
4.1.3 Vitesse de Lecture : épreuve <i>LUM</i> (Lecture en Une Minute) issue du LMC-R (Khomsî 1999)	58
4.2 Attention visuelle	58
4.2.1 Subtests <i>Recherche dans le ciel et Carte géographique, versions A et B</i> issus du TEA-ch (Test of Everyday Attention for Children, Manly et al. 2004)	58
4.2.2 Tâche de report global et de report partiel	60
III – Résultats	61
1) Résultats bruts de chaque enfant	61
1.1 Épreuves lexiques	61
1.1.1 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de mots à T1	61
1.1.2 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de mots à T2	62
1.1.3 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de texte à T1	63
1.1.4 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de texte à T2	63
1.1.5 Résultats obtenus à l'épreuve de Lecture en Une Minute à T1	64
1.1.6 Résultats obtenus à l'épreuve de Lecture en Une Minute à T2	64
1.2 Épreuves visuo-attentionnelles	65
1.2.1 Résultats obtenus au subtest <i>Recherche dans le ciel</i> à T1	65

1.2.2 Résultats obtenus au subtest Recherche dans le ciel à T2	65
1.2.3 Résultats obtenus au subtest Carte géographique à T1	66
1.2.4 Résultats obtenus au subtest Carte géographique à T2	66
1.2.5 Résultats obtenus à la tâche de Report global à T1	67
1.2.6 Résultats obtenus à la tâche de Report global à T2	67
1.2.7 Résultats obtenus à la tâche de Report partiel à T1	68
1.2.8 Résultats obtenus à la tâche de Report partiel à T2	68
2) Analyse descriptive : auto-comparaison des résultats obtenus à T1 et T2	69
2.1 Patient n°1	69
2.1.1 Épreuve Lecture de mots	69
2.1.2 Épreuve de lecture de texte	71
2.1.3 Épreuve de Lecture en Une Minute	72
2.1.4 Subtest Recherche dans le ciel	73
2.1.5 Subtest Carte géographique	74
2.1.6 Tâche de Report global	75
2.1.7 Tâche de Report partiel	76
2.2 Patient n°2	77
2.2.1 Épreuve Lecture de mots	77
2.2.2 Épreuve de lecture de texte	78
2.2.3 Épreuve de Lecture en Une Minute	79
2.2.4 Subtest Recherche dans le ciel	80
2.2.5 Subtest Carte géographique	81
2.2.6 Tâche de Report global	82
2.2.7 Tâche de Report partiel	83
3) Observations cliniques	84
3.1 La rencontre	84
3.2 Première évaluation	84
3.3 Entraînement	85
3.4 Seconde évaluation	86
PARTIE 3 : DISCUSSION DES RÉSULTATS	79
I – Synthèse des résultats	80

II – Interprétation des résultats et lien avec la théorie	89
1) Épreuves visuo-attentionnelles	89
2) Épreuves lexiques	91
3) Lien entre progrès visuo-attentionnels et lexiques	92
III – Limites de notre étude	93
1) Échantillon de population	93
2) Rééducation orthophonique en parallèle	93
3) Présence de troubles associés	93
4) Protocole d'évaluation de l'empan visuo-attentionnel	94
5) Lunettes à prismes	94
IV – Perspectives de recherche	95
V – Apport de notre étude à la pratique orthophonique	96
Conclusion	97
Bibliographie	98
Annexes	106
Annexe 1 : Feuille de route	107
Annexe 2 : Tâches de report global et partiel	108
Annexe 3 : Courrier adressé aux orthophonistes	110
Annexe 4 : Lettre destinée aux parents.....	111
Annexe 5 : Rayman contre les lapins crétins ©, exemples de mini-jeux d'action	112
Table des illustrations	116
1) Liste des figures	116
2) Liste des tableaux	118
3) Liste des graphiques	121

PRÉFACE

François Mauriac, prix Nobel de littérature en 1952, a écrit « La lecture, une porte ouverte sur un monde enchanté » (Le figaro littéraire, année 1960). Non seulement lire est un moyen d'élargir nos connaissances sur le monde et d'échapper à notre quotidien tout en gardant un pied dans le réel, mais c'est aussi devenu une nécessité. Le choix de lire n'est plus une option. Actuellement, la société au sein de laquelle nous évoluons impose la maîtrise de l'art de lire, tant d'un point de vue social que professionnel. Toutefois, nous ne sommes pas tous égaux face à son apprentissage. De nombreux enfants souffrent d'un trouble spécifique d'acquisition de la lecture, la dyslexie.

Plusieurs auteurs se sont donc questionnés sur les mécanismes cognitifs impliqués dans la lecture et ont élaboré un modèle développemental à étapes, le modèle à double voie qui postule l'existence de deux procédures de lecture, la voie directe (dite aussi lexicale, globale ou d'adressage) et la voie indirecte (dite aussi analytique ou d'assemblage)(Coltheart 1978; Coltheart et al. 2001). Or cette approche est jugée insuffisante quant aux compétences cognitives sous-jacentes à la lecture (Valdois et Bosse 2002). En 1998, une équipe de chercheurs du CNRS de Grenoble établit un nouveau modèle, le modèle multitraces (Ans, Carbonnel, et Valdois 1998). Ce dernier reconnaît lui aussi l'existence des deux procédures de lecture mais ajoute un nouveau composant, la fenêtre visuo-attentionnelle. Ces auteurs ont cherché à mettre en évidence la présence d'un trouble visuo-attentionnel dans le cadre de la dyslexie développementale. Un tel déficit entraverait la mise en place fonctionnelle de la reconnaissance des mots écrits et gênerait l'apprentissage de la lecture (Valdois, Bosse, et Tainturier 2004). Par ailleurs, nous avons découvert que depuis les années 2000, la question du bénéfice des jeux vidéos d'action sur les apprentissages revient régulièrement (Green et Bavelier 2012; Green, Pouget et Bavelier 2010; Dye, Green et Bavelier 2009; Green et Bavelier 2003). En 2012, une équipe de neuropsychologues italiens a fait le lien entre trouble visuo-attentionnel et jeux vidéo ; ils ont expérimenté une remédiation visuo-attentionnelle par les jeux vidéo sur des enfants dyslexiques et ont observé une amélioration de leur précision et de leur rapidité de lecture (Franceschini et al. 2013).

Nous avons inscrit notre recherche dans le cadre de l'approche connexionniste en nous

appuyant principalement sur le modèle multitraces, et avons décidé de nous inspirer des travaux de S. Franceschini et al. pour rendre compte de l'impact d'une telle démarche en séance d'orthophonie classique. Pour cela nous avons proposé à deux enfants dyslexiques un entraînement par jeux vidéo d'action, entre deux temps d'évaluation au niveau visuo-attentionnel et lexique.

La première partie de cette étude sera consacrée aux aspects théoriques qui ont permis d'orienter la réalisation de ce projet. Nous exposerons ensuite la méthode employée pour mettre en place la procédure et analyserons les résultats obtenus sous un angle descriptif. Enfin, nous discuterons de ces résultats en les confrontant aux données de la littérature. Nous porterons un regard critique sur notre expérience et tenterons de dégager des perspectives intéressantes pour les futures prises en charge orthophoniques.

Partie 1

ASSISES THEORIQUES

I – Lecture et attention

1 – Qu'est-ce que lire ?

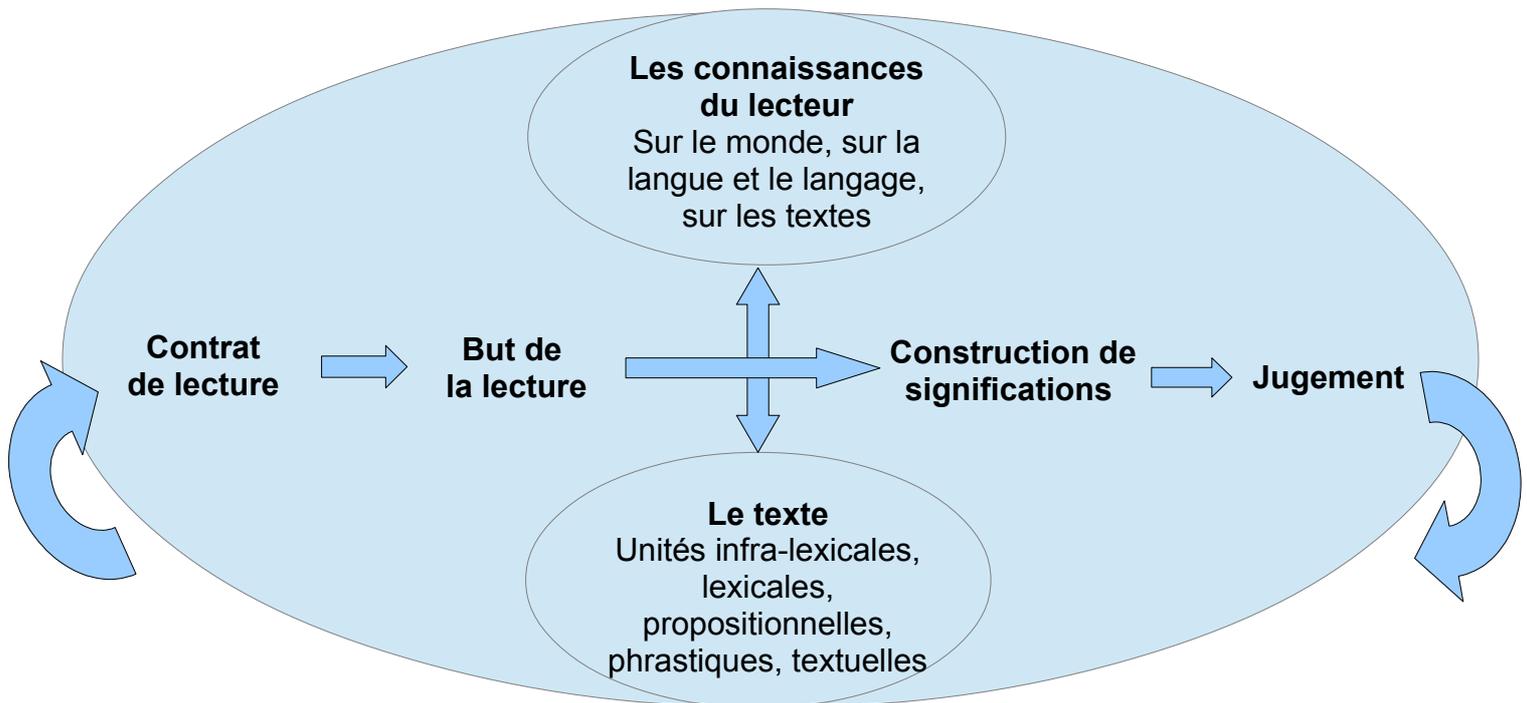
Le Larousse propose plusieurs définitions de la lecture. La première la décrit comme « *action de lire, de déchiffrer toute espèce de notation, de prendre connaissance d'un texte* ». C'est en deuxième position que la notion de compréhension intervient : « *le fait de savoir lire, déchiffrer et comprendre ce qui est écrit* ».

D'un point de vue cognitif, la lecture est considérée comme une opération mentale consistant à traiter les informations écrites pour construire leur signification. Le système cognitif est confronté à des structures linguistiques de différentes tailles ayant du sens (mots, phrases, textes) ou non (syllabes). Pour lire, nous devons d'abord apprendre le processus sous-tendant la conversion de la forme orale des mots à leur forme écrite ; puis, la compréhension de ce qui est lu sera déterminée en fonction des connaissances préalables du lecteur et des informations données par le support de lecture. Cette activité requiert une source attentionnelle importante que l'apprenti lecteur épuise majoritairement dans le décodage et l'identification des mots écrits. Le processus de compréhension générant une charge cognitive importante, il est important d'alléger ce coût en automatisant la médiation phonologique, c'est à dire le procédé de conversion graphème-phonème (Tiberghien 2007).

Roland Goigoux, professeur des universités spécialisé dans l'apprentissage de la lecture, modélise cette activité par un schéma décrivant l'interaction entre « ce que le lecteur a dans la tête », c'est à dire l'ensemble de ses connaissances antérieures, et « ce que lecteur a sous les yeux », ce sont les données textuelles. Les connaissances du lecteur le conduisent à développer une attente vis-à-vis du texte qui dépend du contexte de lecture : c'est le contrat de lecture, ce dans quoi s'inscrit le texte. Puis il procède à la sélection et à l'analyse des informations recueillies en fonction du but qu'il s'est fixé. Simultanément, il va construire du sens en faisant interagir ses connaissances et les données du texte. Ce processus engage l'interprétation des informations recueillies ; le lecteur va alors soumettre ces représentations mentales à son jugement. Si cela a du sens, alors il poursuivra sa lecture ; dans le cas contraire, il effectuera des retours en arrière et

procédera à une nouvelle lecture (Goigoux 2003).

« Ce que le lecteur a dans la tête »



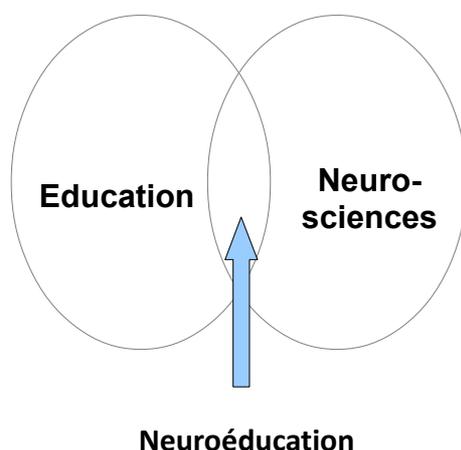
« Ce que le lecteur a sous les yeux »

Figure 1 : Schéma de l'activité de lecture selon Roland Goigoux
(<http://www.cndp.fr>)

Prenons par exemple la lecture du programme d'une nouvelle salle de sport. La personne va devoir choisir quel type d'entraînement elle souhaite suivre, elle a déjà lu de tels documents, c'est le contrat de lecture.

Ce programme propose de nouvelles techniques permettant de cibler différents objectifs ; elle souhaite affiner sa silhouette, c'est son but ; elle dirige alors sa lecture vers les techniques aminçissantes et extrait l'information qui l'intéresse parmi toutes les propositions du programme. Après avoir choisi la technique souhaitée, elle poursuit le traitement de l'information en fonction de ses connaissances et des données textuelles : plusieurs techniques aminçissantes sont listées (ce sont les données lexicales), elle va mobiliser ses savoirs pour les comprendre. Cela lui permettra d'aboutir à une représentation mentale qu'elle soumettra in fine à son jugement. Lorsqu'elle arrivera à porter un choix définitif sur une des techniques alors son contrat de lecture sera respecté. Il y a bien un aller-retour entre « ce qu'elle a dans la tête » et « ce qu'elle a sous les yeux ».

D'autre part, le développement des connaissances sur le fonctionnement cérébral a permis l'émergence d'une nouvelle approche de recherche, la neuroéducation. Cette discipline, qui se situe à mi-chemin entre l'éducation et les neurosciences, a pour objectif d'utiliser les apports neuroscientifiques pour étudier les problèmes éducatifs et les difficultés d'apprentissage.



En 2011, L.M. Brault Foisy, chercheur à l'université de Québec à Montréal, donne une conférence sur la neuroéducation (Brault Foisy 2013). Elle décrit en particulier la vision de la lecture d'un point de vue neuroéducatif.

Rappelons avant tout que le cerveau n'est pas figé dans son fonctionnement et son développement. De nouvelles connexions neuronales peuvent se créer tout au long de la vie, mais peuvent aussi être modifiées ou disparaître. Le cerveau est donc plastique. En phase d'apprentissage, il peut y avoir création de nouveaux neurones mais aussi modification de l'efficacité de certaines connexions, soulevant ainsi l'intérêt de la stimulation cérébrale.

Par ailleurs, notre cerveau est compartimenté, chaque unité ayant un rôle à jouer. De manière générale, l'hémisphère gauche est spécialisé dans la gestion du langage écrit/parlé, du raisonnement logique, de la mémoire auditive et de la pensée analytique notamment.

L'hémisphère droit est quant à lui impliqué dans l'orientation spatiale, le sens artistique, la mémoire visuelle et la gestion des émotions.

Plus précisément, notre cerveau est compartimenté et spécialisé (figures 2 et 3) :

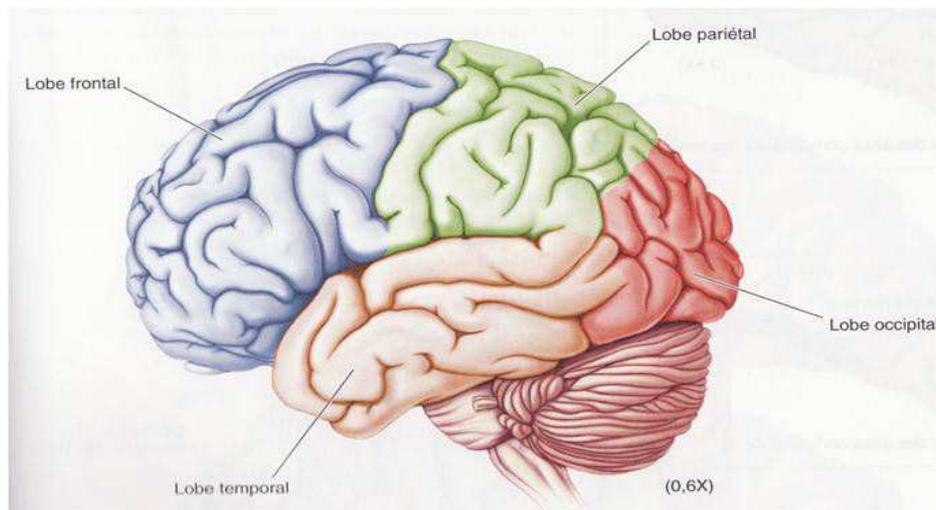


Figure 2 : les principales structures du cerveau
(<http://www.dft-france.fr>)

- Lobe frontal

De l'arrière à l'avant (zone préfrontale), cette zone est responsable de fonctions de plus en plus fines allant de la coordination motrice volontaire à la production du langage (aire de Broca), l'anticipation, la planification, la régulation du comportement.

Il se divise en 3 parties : le cortex moteur, le cortex pré-moteur et le cortex pré-frontal. Le cortex pré-frontal arrive le dernier à maturation (vers l'adolescence) et est le premier à se détériorer avec l'âge.

- Lobe pariétal

Cette zone gère l'ensemble des représentations mentales de notre corps et de l'espace ; elle analyse et traite les impulsions nerveuses liées aux informations tactiles (température, taille, texture, forme, poids...).

- Lobe temporal

Cette région englobe les aires auditives primaires et traite la compréhension du langage (aire de Wernicke). C'est grâce à elle que nous pouvons reconnaître ce que nous voyons.

Elle comprend également le système limbique (gestion des émotions), l'amygdale (structure agissant comme une alarme en cas de danger réel ou supposé) et l'hippocampe (zone impliquée dans la construction de nos souvenirs).

- Lobe occipital

Cette zone abrite les centres responsables de la vision (aires visuelles primaires) et intervient donc dans la reconnaissance des visages, des objets et des couleurs. Une lésion à ce niveau peut entraîner une baisse de l'acuité visuelle pouvant aller jusqu'à la cécité.

L'approche neuroéducative aborde l'apprentissage de la lecture d'un point de vue constructiviste, dans le sens où l'apprentissage sera conditionné par les connexions neuronales présentes en amont. Avant de lire, les enfants apprennent à parler. En 2003, Pena et al. procèdent à une étude par imagerie optique sur les régions cérébrales actives pendant la perception de la parole sur des nourrissons âgés de 2 à 5 jours. L'étude se déroule en trois étapes : la première consiste à diffuser une histoire lue dans un casque installé sur l'enfant puis à observer l'activation des régions cérébrales ; la deuxième repose sur le même principe mais l'histoire est jouée à l'envers ; la troisième consiste à observer les zones cérébrales actives pendant une période de silence. Les résultats montrent une activation de l'hémisphère gauche plus prononcée quand le discours est structuré et presque pas d'activation à droite. La parole est latéralisée à gauche dès deux jours et laisse supposer que les circuits liés à la parole sont latéralisés de façon innée (Peña et al. 2003). Ces observations confirment la latéralisation du langage dans l'hémisphère gauche ce qui sous-tend que toute lésion à ce niveau entravera la compétence langagière.

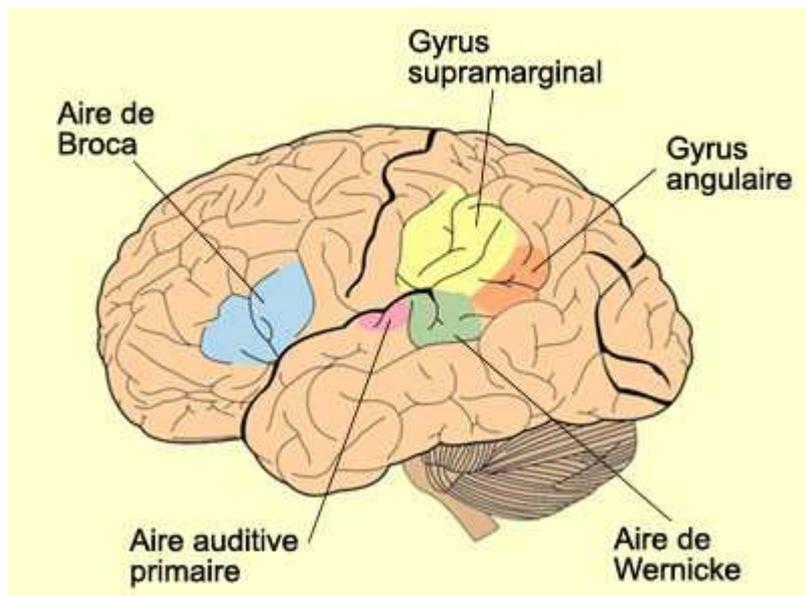


Figure 3 : les régions cérébrales responsables de la parole
(<http://lecerveau.mcgill.ca>)

En 1892, Déjerine étudie le cerveau de patients à la suite de lésions faisant suite pour la plupart à un accident vasculaire cérébral. Il s'est aperçu que lorsque la partie occipitale gauche n'était plus active, ces patients n'étaient plus capables de reconnaître la forme écrite des mots, ils ne pouvaient plus lire (Hécaen 1976).

En 2003, Cohen & al. ont étudié plus précisément, grâce à des techniques d'imagerie plus abouties, le siège des lésions responsables de l'alexie. Ils ont ainsi observé les lésions cérébrales d'un large panel de patients cérébro-lésés alexiques et non alexiques. Après superposition des imageries cérébrales, ils ont pu identifier une zone plus précise, la région occipito-temporale ventrale gauche. Cette zone serait donc responsable de la reconnaissance visuelle des mots (Cohen et al. 2003).

Pour lire, il est donc nécessaire d'activer cette zone cérébrale pour lui permettre de se connecter aux régions donnant du sens à ce qui est lu.

Nous venons de voir qu'au niveau cérébral, c'est la zone occipito-temporale ventrale gauche qui est directement impliquée dans la vision et la reconnaissance des mots. Pour permettre un fonctionnement optimal, cette zone devra se trouver en synergie avec son homologue organique, l'œil.

2 – Lecture et traitement visuel du mot

2.1– Système visuel : caractéristiques

Pendant la lecture, l'information visuelle est directement captée par la rétine dont le pouvoir de résolution diminue de la zone fovéale (acuité visuelle maximale) à la périphérie.

Comment expliquer physiologiquement cette différence de résolution ?

- la fovéa est une petite zone située au centre de la rétine et constituée de cellules à fort pouvoir de résolution, les cônes.
- Les zones situées en périphérie de la rétine sont dotées quant à elles de cellules à faible pouvoir de résolution, les bâtonnets.

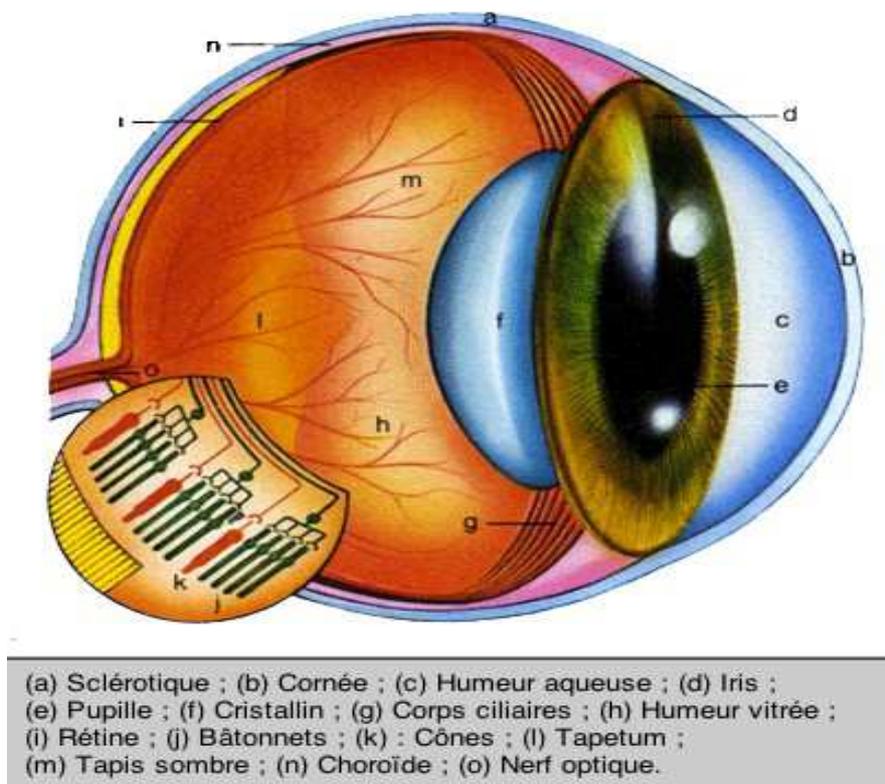
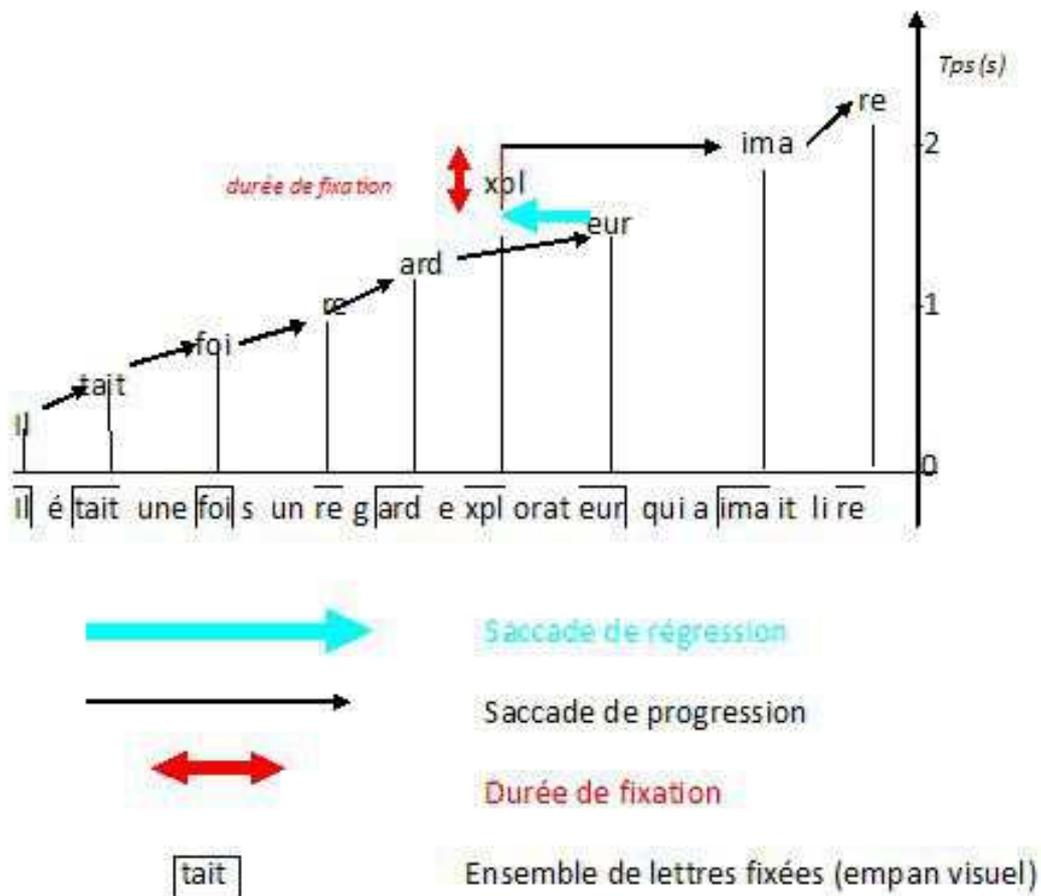


Figure 4 : caractéristiques du système visuel
("Wax Science" 2014)

2.2 – Saccades et fixations

Quand il lit, le lecteur procède par saccades et fixations (figure 5).



D'après A. Levy-Schoen et J.K. O'Regan, 1985

Exemple de déplacements oculaires au cours de la lecture

Figure 5 : Exemple de déplacements oculaires au cours de la lecture

(<http://www.dyslexieenorthoptie.e-monsite.com>)

Une fixation oculaire est une période d'analyse caractérisée par un temps d'arrêt sur un mot pour l'identifier. Elle dure en moyenne 250 millisecondes et varie en fonction de la fréquence ou de la signification du mot pour le lecteur. Plus l'item est connu du lecteur, plus la fixation est courte, et inversement.

La notion d'empan visuel intervient au cours d'une fixation et correspond à l'ensemble des lettres perçues durant cette période. L'empan peut englober 2 à 20 caractères sur 3 zones :

- la zone *fovéale* : 3 caractères identifiables à gauche et à droite du point fixé.

- La zone *para-fovéale* : 6 à 12 caractères identifiables à droite du point fixé ; cette zone est destinée au pré-traitement du mot suivant.
- La zone *périphérique* : 18 à 20 caractères à droite du point fixé ; cette zone est destinée à relever les informations sur la taille des mots pour prévoir les saccades oculaires à venir.

Les informations perçues hors de la fovéa ont donc pour but de guider les saccades oculaires pour permettre à l'œil de procéder à une nouvelle fixation (Rayner 1998) .

Contrairement à la fixation, une saccade oculaire est un mouvement bref et rapide des yeux entre deux positions stables et dure entre 10 et 30 millisecondes.

Le but d'une saccade est de conduire le stimulus visuel sur la fovéa.

L'efficacité des saccades oculaires dépend de deux facteurs :

- les *facteurs périphériques* : la rétine doit être stimulée par les lettres qui sont perçues dans une progression vers la droite (en langue française). Ce procédé se met en place au cours de l'apprentissage de la lecture.
- Les *facteurs cognitifs de haut niveau* : compréhension du texte, familiarité du texte avec le sujet, capacités lexiques.

Il existe trois types de saccades oculaires :

- les *saccades de progression* : elles se produisent entre chaque fixation.
- les *saccades de régression* : elles se caractérisent par un retour en arrière, dépendent de la compréhension du texte lu et permettent de récupérer des informations textuelles importantes. Elles représentent 10 à 15% des saccades et constituent une stratégie ordinairement utilisée par le lecteur expert.
- les *saccades de retour à la ligne (ou obliques)* : leur amplitude varie de 50 à 60 caractères de droite à gauche et vers le bas (un interligne). Elles se mettent en place vers 8 ans.

Plus un texte sera difficile à lire pour le lecteur, plus les saccades seront courtes et plus le nombre de fixations augmentera (et inversement). Des chercheurs se sont intéressés aux mécanismes mis en jeu pendant l'acte de lire. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux modèles connexionnistes.

3 – Les modèles connexionnistes de la lecture

3.1 – Approche connexionniste de McClelland

Plusieurs types de modèles coexistent sur l'apprentissage de la lecture, les plus influents étant les modèles à double voie (Coltheart et al. 2001) et connexionnistes.

Nous détaillerons plus spécifiquement le modèle connexionniste de Harm & Seidenberg (1999, cité par Sprenger-Charolles et Colé 2013), faisant suite au modèle de McClelland et Seidenberg (figure 6), qui devient actuellement un des modèles les plus influents dans ce domaine de la recherche.

Selon McClelland, l'approche connexionniste consiste à étudier le « niveau d'analyse caché sous les symboles, c'est à dire au niveau des mécanismes de base qui les sous-tendent » et dont les symboles apparaissent comme la partie émergée (McClelland 1999) ; elle ne se réduit pas à une manipulation des représentations symboliques stockées en mémoire selon des règles. Selon cette approche, les connaissances langagières qui sous-tendent l'activité de lecture émergent progressivement en dégagant des régularités statistiques entre les structures phonologiques et orthographiques des mots. La finalité de ce modèle est de simuler le fonctionnement neuronal, d'où l'intérêt grandissant qu'il suscite pour la recherche.

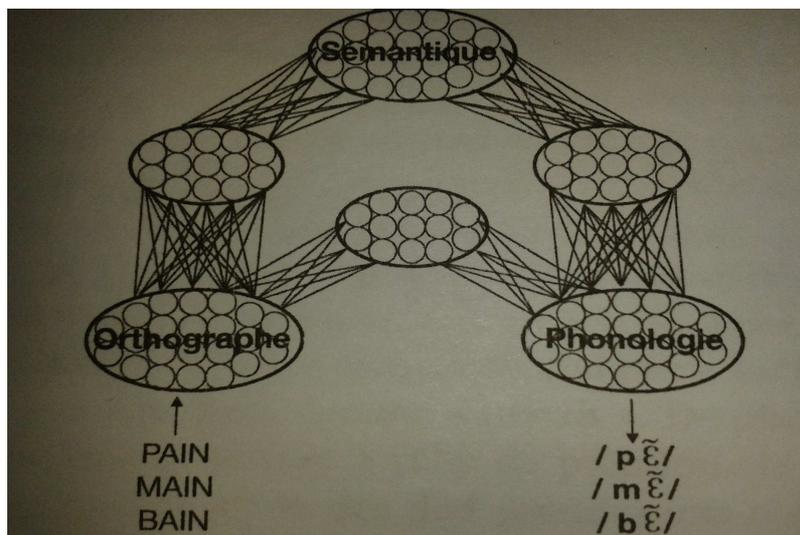


Figure 6 : Réseau connexionniste du traitement lexical (d'après Seidenberg et McClelland, 1989, et Plaut, 1996, cités par Sprenger-Charolles et Colé 2013)

Schématiquement, pour identifier un mot nous procédons à un calcul suivant 3 codes :

- un code orthographique
- un code phonologique
- un code sémantique

Lorsqu'un mot est présenté à ce réseau, des unités cachées faisant le lien entre les trois codes opèrent un traitement parallèle de l'information : elles interagissent entre elles pour aboutir à la génération d'un patron d'activation stable dit « attracteur ». Ce patron correspond à l'interprétation du mot présenté.

Ces interactions sont régies par le poids des connexions entre unités. Ainsi, plus le système est exposé aux mots écrits, plus le poids des connexions est important, plus l'acte de lire gagne en précision et en fluidité.

N'ayant aucune connaissance préalable et ne répondant à aucune règle apprise explicitement, ce modèle permet de modifier les connexions entre chaque unité jusqu'à ce que le mot d'entrée soit en adéquation avec le mot de sortie ; il n'y a pas de distinction entre la lecture de mots réguliers et irréguliers.

Lorsque Seidenberg et McClelland ont établi ce modèle en 1989, ils se sont référés à la procédure de la lecture experte (cité par Sprenger-Charolles et Colé 2013).

En 1999, pour rendre compte de l'efficacité de ce modèle auprès de l'apprenti lecteur, Harm & Seidenberg modifient les représentations phonologiques proposées par le modèle princeps (cité par Sprenger-Charolles et Colé 2013). Cette actualisation permet de simuler l'apprentissage de mots monosyllabiques et le fonctionnement d'enfants présentant une dyslexie développementale.

Les représentations phonologiques utilisées dans ce réseau visent à reproduire celles dont l'enfant dispose lorsqu'il commence à entrer dans la lecture. Ces représentations tiennent compte :

- de la position des phonèmes dans le mot
- des caractéristiques acoustiques des phonèmes
- du contexte vocalique dans lequel les phonèmes sont émis

Pour valider leur modèle, Harm & Seidenberg ont proposé un corpus d'entraînement de mots monosyllabiques administré selon une procédure d'apprentissage ayant recours à un

algorithme de rétro-propagation permettant de calculer les erreurs au niveau de chaque unité, de l'entrée à la sortie.

Ainsi, un mot est présenté au réseau, différents patrons d'activation se propagent alors à travers ses couches successives pour aboutir à une réponse. La réponse est ensuite comparée à la forme phonologique du mot présenté en amont. Entraîné dans ces conditions, ce réseau est capable de lire 98% des mots qui lui sont présentés. Les erreurs portent essentiellement sur les mots irréguliers de basse fréquence comme « yacht » ou encore les graphies peu familières comme « myrrh ».

De plus, ce réseau est en mesure de lire correctement 79% des 364 pseudo-mots réguliers qui lui ont été présentés. Même si cela requiert une durée de traitement plus importante, ce modèle est donc en mesure de généraliser la lecture.

Ce type de modèle suggère que pour apprendre à lire une écriture alphabétique, il suffit d'assimiler un ensemble limité de correspondances graphémiques et phonologiques (ici en dégageant des régularités statistiques entre les mots) (cité par Sprenger-Charolles et Colé 2013).

3.2 – Modèle multitraces MTM de la lecture

Le modèle multi-traces de la lecture émerge suite aux travaux menés en 1998 par B. Ans, C. Carbonnel et S. Valdois (Ans, Carbonnel, et Valdois 1998).

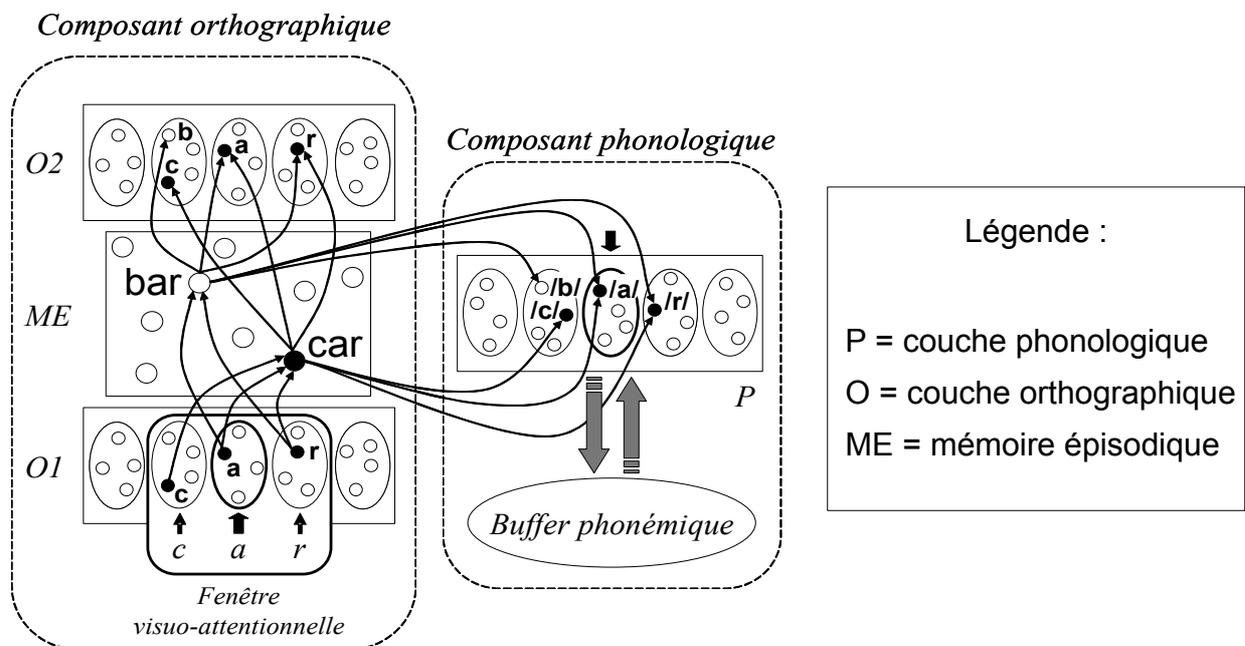


Figure 7 : Représentation schématique du modèle multi-traces de la lecture (Valdois 2008)

Il fonctionne selon la forme d'un réseau connexionniste reliant un composant orthographique et un composant phonologique. Ce modèle se distingue surtout par la prise en compte d'un nouveau composant visuo-attentionnel, la fenêtre visuo-attentionnelle, qui correspond au nombre d'éléments visuels orthographiques pouvant être captés en une seule fixation oculaire.

Cette approche considère la coexistence de deux procédures de lecture :

- *Une procédure globale*, permettant l'identification des mots familiers. Elle requiert un fonctionnement optimal de la fenêtre visuo-attentionnelle (FVA) pour être efficiente, et sollicite alors dans une moindre mesure la mémoire de travail phonologique. Une réduction de la FVA impactera cette voie et pourrait être observée dans la cadre d'une dyslexie de surface.
- *Une procédure analytique*, permettant l'identification de non-mots ou items moins familiers. Dans ce cas, la FVA se réduit jusqu'à la plus petite unité reconnaissable. Elle intervient également après échec de l'approche globale. Une réduction de la FVA sera peu dommageable à cette voie qui sollicitera davantage la mémoire de travail phonologique. Un déficit à ce niveau pourrait être observé dans le cadre d'une dyslexie phonologique.

Par exemple, pour lire le mot « car », illustré ci-dessus (figure 7), la fenêtre visuo-attentionnelle va englober toutes les lettres du mot et activer l'ensemble des connaissances lexicales disponibles en mémoire épisodique. La synthèse de ces connaissances va activer les deux couches orthographiques et la couche phonologique du réseau. Des patrons vont ensuite émerger, et plusieurs graphèmes et phonèmes vont se concurrencer (ici « B » ou « C » en début de mot). Cette compétition maximale va aboutir à l'activation ultime de l'item cible, puis la séquence phonémique associée sera maintenue en mémoire à court terme jusqu'à sa prononciation.

Ce modèle multi-traces postule que deux types de dysfonctionnement cognitif pourraient être à l'origine de la dyslexie développementale. L'un concernerait la composante phonologique, l'autre la composante visuo-attentionnelle.

Ainsi, la fenêtre visuo-attentionnelle apparaît comme un élément majeur dans le

déroulement des apprentissages de l'apprenti lecteur.

Pour valider l'hypothèse découlant de leur modèle, S. Valdois et ses collaborateurs ont introduit la notion d'empan visuo-attentionnel comme « corrélat psychologique de la notion théorique de fenêtre visuo-attentionnelle » (Valdois, Bosse, et Tainturier 2004) . Des épreuves ont été élaborées afin de pouvoir mesurer l'empan visuo-attentionnel d'enfants.

Ces travaux sont détaillés dans la partie III portant sur les hypothèses explicatives visuo-attentionnelles de la dyslexie.

Nous venons de décrire l'importance du fonctionnement de la vision et de l'attention pendant la lecture. Nous allons voir à présent qu'il n'existe pas une seule attention mais plusieurs.

4 – Modèle neuropsychologique de l'attention

De manière spontanée, il apparaît difficile de donner une définition exhaustive du concept d'attention. Ce terme peut être utilisé dans différents contextes et ne pas se référer aux mêmes notions. Par exemple, lors de la perception d'un danger, nous pouvons exprimer l'injonction « ATTENTION ! », cela se réfère à l'état d'alerte et de vigilance. Dans une autre situation, nous pouvons solliciter l'attention d'un auditoire « Faites attention à ce que je vais dire », cela implique une certaine concentration et une bonne répartition de l'attention pour cibler les informations pertinentes.

En 1890, William James est l'un des premiers à proposer une définition complète de l'attention. Il la décrit comme « un ensemble de fonctions qui contrôlent le flux d'informations disponibles pour le sujet et régule les autres processus mentaux », « (James 1950). En d'autres termes, l'attention regroupe plusieurs composantes qui interviennent dans la régulation de la diversité des informations perçues, et interagit notamment avec le langage ou la mémoire. A ce titre, elle incarne un rôle essentiel dans l'adaptation comportementale d'un sujet à son environnement.

En 1987, Posner & Rafal (cités par Azouvi et al. 2002) mettent au point un modèle se rapportant à la définition ci-dessus. Ils ont considéré l'attention comme un ensemble de mécanismes aux fonctions spécifiques, mobilisables en fonction du contexte environnemental d'un sujet. Ce type de modèle à composantes a été remanié à plusieurs reprises, mais la version référente de ce paradigme revient à Van Zomeren & Brouwer, qui en 1994, en proposent une version plus élaborée en conservant tous ses fondements (cités par Azouvi et al. 2002).

Suivant ce modèle et en accord avec le modèle multitraces de la lecture, un dysfonctionnement d'une ou plusieurs composantes attentionnelles peut interférer dans l'apprentissage de la lecture.

Dans leur modèle, Van Zomeren & Brouwer distinguent deux dimensions : l'axe d'intensité et l'axe de sélectivité.

La phase d'alerte, elle même subdivisée en deux versants, est l'un des constituants du premier axe. Pour Posner & Rafal l'alerte tonique se caractérise par des « changements diurnes du niveau d'éveil et des performances d'un sujet » (cité par Azouvi et al. 2002), c'est le niveau de réactivité naturelle d'un sujet qui fluctue au cours de la journée. Il n'existe pas d'outil d'évaluation de l'alerte tonique, mais d'un point de vue clinique, l'absence d'alerte tonique se traduira par un état de somnolence (lourdeur des paupières, bâillements...), une désorientation spatio-temporelle, un ralentissement de la vitesse de traitement des informations et une obnubilation de la conscience. La motivation, les émotions ou encore les stratégies d'auto-alerte permettront de modifier l'état d'alerte tonique. Ces mêmes auteurs définissent l'alerte phasique comme une « facilitation instantanée et généralisée de la performance induite par un signal avertisseur » (cité par Azouvi et al. 2002), c'est la capacité à améliorer une réponse en augmentant ses ressources attentionnelles suite à un signal. Elle se caractérise par un changement soudain dépendant en partie de notre volonté, ce phénomène est fugace et transitoire. Pour illustrer cet état, nous pouvons citer l'exemple d'un athlète de haut niveau au départ d'une course, entre le moment où le juge arbitre crie « Prêts » et où la détonation donne le signal avertisseur du départ ; ces athlètes sont dits sur les « starting-blocks ».

L'axe d'intensité recouvre également les concepts de vigilance et d'attention soutenue. En 1957, Norman H. Mackworth, chercheur en science cognitive et psychologue britannique, définit la vigilance comme « un état de préparation à détecter certains changements discrets apparaissant à des intervalles de temps variables au sein de l'environnement, [et à y réagir] » (Parasuraman 2000). Au quotidien, cet aspect peut être illustré par un conducteur prenant l'autoroute, la circulation est fluide et les conditions climatiques sont bonnes ; le conducteur doit être prêt à réagir à des stimuli pertinents qui seront peu fréquents voire inexistants, et ce au cours de cette tâche de surveillance longue et monotone. L'état de vigilance peut être évalué par la batterie Zorclub de Seron et al. parue en 1985 (Seron et al. 1985).

L'attention soutenue, quant à elle, requiert un traitement actif et continu d'un grand nombre d'informations présentées rapidement et de manière ininterrompue (Azouvi et al. 2002). Nous pouvons représenter cette notion par l'attitude d'un étudiant prenant des notes en cours magistral ; il doit à la fois écouter, traiter et retranscrire les informations. La simultanéité de ces actions nécessite un traitement et un rendement cognitif maximum.

Une surcharge du système cognitif se manifestera par un « décrochage », l'étudiant ne parvient plus à suivre le rythme ; il pourra reprendre le cours mais ses notes seront incomplètes. En 2004, M. Leclercq a mis au point la batterie d'évaluation Bawl permettant de rendre compte des capacités d'attention soutenue d'un sujet (Leclercq et Peters 2007).

L'axe de sélectivité regroupe deux branches, l'attention sélective (ou focalisée) et l'attention divisée (ou partagée). Selon W. James, la sélection « implique le retrait de certains éléments afin d'en traiter plus efficacement d'autres » (cité par Azouvi et al. 2002). Cette fonction représente un point central du réseau attentionnel : il est impératif pour le sujet de diriger et de maintenir son attention sur les informations pertinentes tout en inhibant les éléments non pertinents. Un certain nombre d'épreuves à visée d'évaluation de l'attention sélective existent. Les outils les plus utilisés proposent des tâches de discrimination visuelles : figures enchevêtrées (Pillon et al., 1989 ; Rey, 1966), tâches de barrage (Mesulam, 1985 ; Zazzo, 1969 ; Robertson et al., 1994) (cités par Azouvi et al. 2002). Des batteries informatisées ont également été créées pour analyser l'attention sélective : le TEA (Test of Everyday Attention, Zimmermann et Fimm, 1994), la FepPsy (Alpherts et Aldenkamps, 1995), le CalCAP (Miller, 1996), ou encore la BAWL (Leclercq, 2004) (cités par Azouvi et al. 2002). Les différentes tâches proposées varient en fonction de la modalité sensorielle sollicitée (visuelle et/ou auditive) et de la proportion entre le nombre de cibles et de distracteurs. Nous avons eu recours à l'évaluation de l'attention sélective visuelle chez des enfants durant ce projet de recherche ; nous avons utilisé le TEA-Ch (Manly et al. 2004) qui correspond à la version pour enfant du TEA.

L'attention divisée se caractérise par la capacité d'un sujet à traiter simultanément plusieurs informations, à exécuter plusieurs tâches. Lorsque plusieurs interlocuteurs prennent part à une conversation, chacun adapte ses interventions de manière adéquate, ce qui implique la surveillance active et constante du groupe. Si en plus d'être actif dans la discussion, un des membres prend des notes ou encore tape un numéro sur son téléphone, plusieurs sources d'informations sont à gérer en même temps, l'attention divisée est sollicitée. En 1982, S. Lane décrit les situations de tâches multiples comme légion au quotidien, elles « sont plutôt la règle que l'exception » (cité par Azouvi et al. 2002). Pour évaluer l'attention divisée, il faut soumettre le sujet à deux tâches dans deux conditions distinctes : dans la première condition, le sujet procède à la réalisation des deux tâches de manière isolée ; dans la deuxième condition, le sujet réalise à nouveau les mêmes tâches mais de façon simultanée.

Cette procédure permet d'analyser le niveau d'interférence d'une tâche sur l'autre, mais aussi d'observer si le sujet a privilégié une des deux tâches. Les batteries d'évaluation TEA (Zimmermann et Fimm 1994) et BAWL (Leclercq et Peters 2007) proposent ce type d'épreuves.

Pour lire, nous avons besoin d'un système organique intact, de connexions neuronales capables de traiter et de s'adapter aux informations reçues, d'un fonctionnement attentionnel efficace. Cette activité complexe, mettant en jeu un grand nombre de composantes peut être affecté. Nous aborderons dans le chapitre suivant les troubles de la lecture.

II – Trouble spécifique de la lecture

1 – Définition : qu'est-ce qu'un trouble spécifique du langage écrit ?

L'OMS (organisation mondiale de la santé) propose cette définition de la dyslexie dans sa classification internationale des maladies (CIM 10, 1993, cité par Jacquier 2008):

« La dyslexie (du grec lexis = mot) est un trouble spécifique, durable et persistant de l'acquisition du langage écrit apparaissant chez un enfant d'intelligence normale (évaluée par des épreuves non verbales), dans un environnement scolaire adéquat, et ne présentant par ailleurs aucun trouble sensoriel, émotionnel, ni déficit socioculturel majeur. »

Un trouble spécifique du langage écrit ne correspond pas à un simple décalage dans l'acquisition et l'utilisation du langage écrit. Les difficultés perdurent tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif ; nous parlons alors de déviance. Ce type de trouble s'inscrit sur la durée. Ainsi, un enfant dyslexique aura recourt à des modalités d'acquisition du langage écrit autres que celles de ses pairs.

Il est difficile de faire la différence entre un enfant présentant un simple retard dans l'acquisition de la lecture et un enfant présentant un trouble spécifique d'acquisition de la lecture. C'est pourquoi le diagnostic de dyslexie ne peut être posé qu'après avoir objectivé un retard de 18 mois dans l'acquisition du langage écrit (second trimestre du CE1) (Asso 2003). La CIM-10 (Classification Internationale des Maladies) stipule les critères spécifiques communs aux troubles spécifiques des acquisitions scolaires (cité par Inserm 2007) :

- La note obtenue aux épreuves, administrées individuellement, se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI
- Le trouble interfère de façon significative avec les performances scolaires ou les activités de la vie courante
- Le trouble ne résulte pas directement d'un déficit sensoriel
- La scolarisation s'effectue dans les normes habituelles
- Le QI est supérieur ou égal à 70

La dyslexie peut entraver le déroulement du parcours scolaire mais également avoir des répercussions sur les plans social, personnel et professionnel (Layes 2009).

2 – Classification des troubles spécifiques du langage écrit

Les personnes dyslexiques recouvrent une population hétérogène permettant de décrire plusieurs sous-types de dyslexies.

La dyslexie phonologique (dite dysphonétique) est la plus courante. Elle se caractérise par un dysfonctionnement de la voie d'assemblage, avec difficulté au niveau du traitement phonologique et de la médiation phonologique (conversion graphème-phonème). Plus précisément, ces enfants rencontrent des difficultés à lire des pseudo-mots mais sont efficaces dans la lecture de mots irréguliers.

La dyslexie de surface (dite dyséidétique), correspond à une atteinte de la voie d'adressage avec utilisation presque exclusive de la voie d'assemblage. De la sorte, un enfant lira [feume] pour « femme ». La lecture de pseudo-mots est plus efficace que la lecture de mots irréguliers.

La dyslexie visuo-attentionnelle, quant à elle, n'entre dans aucune classification, mais fait l'objet de nombreuses études menées notamment par Valdois et al. Selon ces chercheurs, la présence d'un trouble phonologique ne peut expliquer à lui seul un trouble dyslexique.

La dyslexie mixte regroupe à la fois la symptomatologie des dyslexies dysphonétique et dyséidétique avec, généralement, une prédominance de l'un des deux types.

Enfin, l'hyperlexie se rapporte à un fonctionnement efficient des deux voies de lecture, mises en place plus rapidement que d'ordinaire, mais accompagnée d'un déficit important du versant réceptif.

L'état actuel des connaissances sur les troubles spécifiques du langage écrit résulte de nombreux travaux de recherches menés tant d'un point de vue cognitif que neuroscientifique ou génétique. Dès lors, plusieurs hypothèses découlent de ces travaux. Dans la partie suivante, nous allons nous intéresser particulièrement à l'hypothèse visuo-attentionnelle.

3 – Dyslexie : hypothèse d'un déficit visuo-attentionnel

L'acte de lire implique l'extraction pertinente d'informations visuelles le temps d'une fixation oculaire et requiert en conséquence de bonnes capacités visuo-attentionnelles.

Nous allons présenter ci-après trois travaux de recherche réalisés et interprétés dans le cadre de l'hypothèse visuo-attentionnelle.

3.1 – Optimal viewing position ou point de fixation optimal (OVP)

Le point de fixation optimal du regard sur un mot est au centre avec une légère décentration vers la gauche. Cette assertion est valable pour les écritures alphabétiques se lisant de gauche à droite, comme le français (O'Regan et Jacobs 1992). Nous pouvons observer l'effet inverse pour les écritures se lisant de droite à gauche, comme l'arabe (Farid et Grainger 1996).

La reconnaissance des mots est maximale lorsque le point fixé est centré sur l'OVP. Dès lors, les performances lexiques sont liées à la distance siégeant entre l'OVP et la fixation réellement effectuée. Ainsi, les performances lexiques seront plus affectées lorsque le point fixé est décentré à droite (fin du mot) que lorsqu'il est décentré vers la gauche (début du mot).

→ Prenons par exemple le mot M O N D E : le point de fixation culminant se situera en position médiane (P2 – P3 ou O – N), et le point le plus bas en position finale (P4 – P5 ou D – E).

En 2000, Aghababian et Nazir démontrent que la sensibilité à l'OVP apparaît précocément, ils suggèrent alors que l'apprenti lecteur extrait les informations visuelles de la même façon que le lecteur expert (Aghababian et Nazir 2000).

En 2003, Ducrot et al. étudient ce même processus en le proposant à des enfants dyslexiques et des normolecteurs de même niveau de lecture. A l'instar de leurs homologues, ils observent que la reconnaissance d'un mot est meilleure lorsque le point de fixation est au centre (P2 – P3), moins bonne en début de mot (P1) et davantage encore en fin de mot (P4 – P5) (Ducrot et al. 2003) (figure 5).

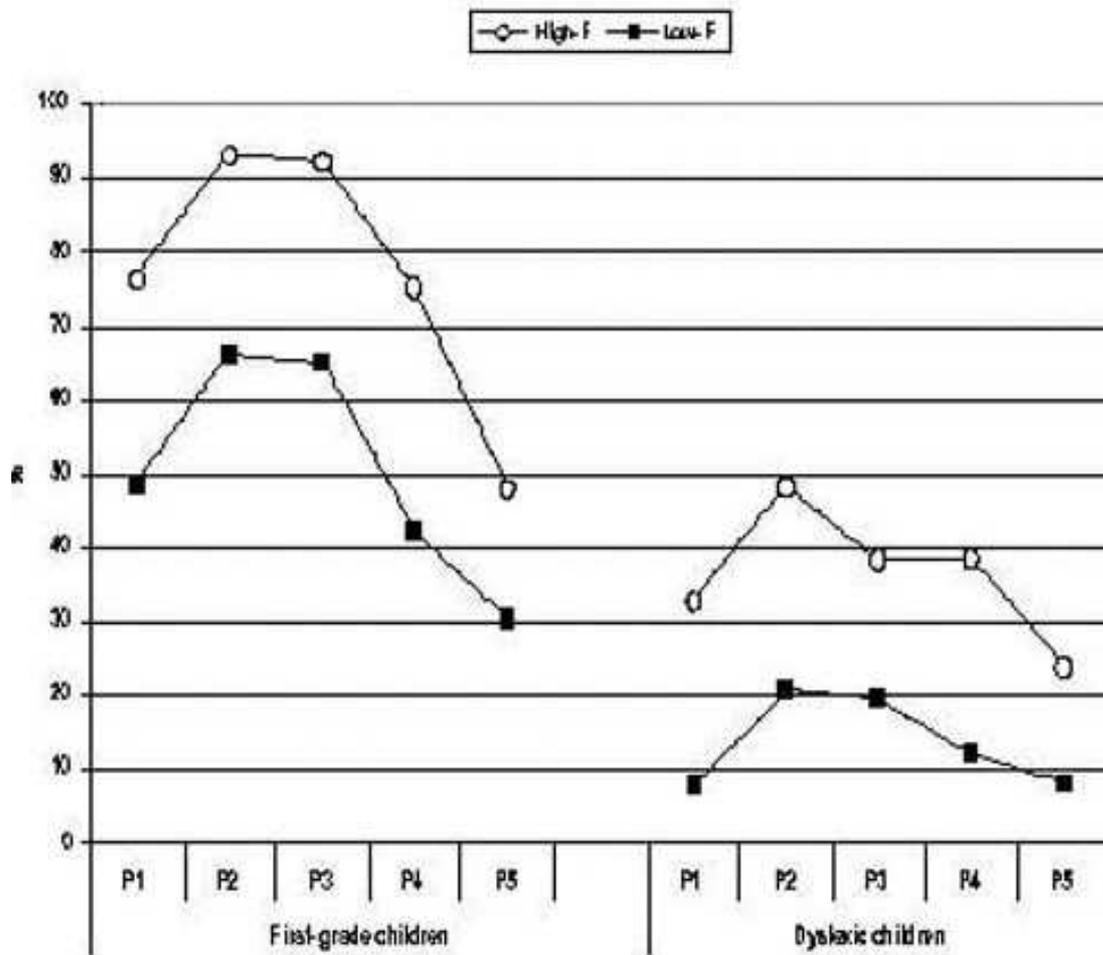


Figure 9 : Réponses correctes (en %) en fonction de la fréquence et du point de fixation : dyslexiques et normolecteurs de même niveau de lecture (Ducret et al. 2003)

Les résultats obtenus soulignent une asymétrie gauche-droite plus marquée chez les dyslexiques que chez les normolecteurs. Cela sous-tend un traitement visuel de l'information atypique non imputable aux difficultés de lecture puisque l'ensemble des sujets de l'étude ont le même niveau de lecture.

3.2 – Empan visuo-attentionnel

Selon les investigations menées par Sylviane Valdois notamment, nous pouvons admettre aujourd'hui que la lecture nécessite le traitement visuel de séquences de lettres. Or, la plupart des modèles de lecture ne tiennent pas compte des traitements visuels mis en jeu dans les mécanismes sous-tendant cet acte (Valdois 2010).

Les premières recherches ont alors été axées sur la lettre, considérée comme « élément de base pertinent ». L'étude des capacités d'un groupe d'apprentis lecteurs et d'un groupe d'enfants dyslexiques à traiter les lettres isolément porte à croire que la reconnaissance des lettres se développe rapidement, et ce indépendamment d'un trouble dyslexique (Pelli et al. 2006; Shovman et Ahissar 2006).

En 2007, la notion d'empan visuo-attentionnel (EVA) émerge et s'inscrit dans le cadre du modèle multi-traces (MTM) de la lecture. Il « correspond au nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités en parallèle dans une configuration de plusieurs éléments. Dans le cadre de la lecture, il correspond au nombre d'unités orthographiques distinctes qui peuvent être identifiées en une seule fixation » (Bosse, Tainturier, et Valdois 2007).

L'EVA s'apparente à la composante « fenêtre visuo-attentionnelle » du modèle MTM ; nous avons décrit précédemment son indépendance vis à vis des autres composants phonologiques. Aussi, S. Valdois postule que les capacités lexiques des enfants peuvent être altérées par une réduction de l'EVA, et ce indépendamment de bonnes capacités phonologiques.

Pour évaluer l'empan visuo-attentionnel, S. Valdois a mis au point deux tâches expérimentales (figure 10) :

→ *Tâche de report global* : une séquence de 5 consonnes (exemple : R H S D M) est présentée sur un écran d'ordinateur. L'enfant doit rapporter oralement l'ensemble de la séquence après sa disparition.

→ *Tâche de report partiel* : une séquence de 5 lettres est présentée sur un écran d'ordinateur ; après sa disparition, une barre verticale apparaît pour indiquer la lettre à reporter oralement.

Pour les deux épreuves, le temps d'apparition des séquences est inférieur à 250 millisecondes, soit le temps d'une fixation oculaire. Cet intervalle est suffisamment long pour

traiter la séquence dans son ensemble et suffisamment court pour empêcher une deuxième fixation.

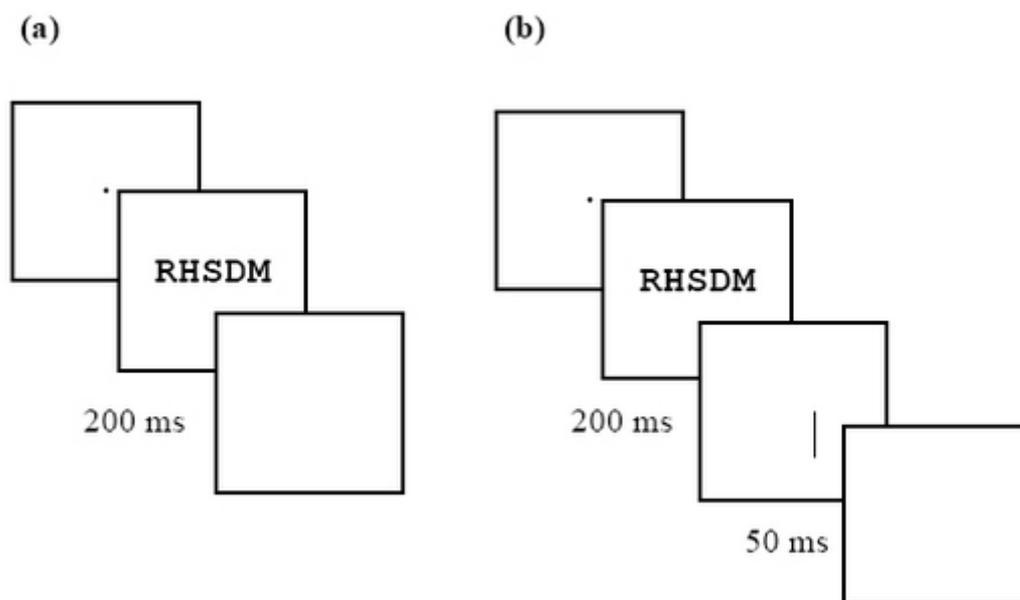


Figure 10: Illustration schématique des épreuves expérimentales de report partiel (a) et global (b) de lettres (Valdois 2010)

L'épreuve de report partiel fut initialement administrée afin de s'assurer que les performances des enfants à l'épreuve de report global ne reflétaient pas seulement leurs capacités de mémoire à court terme phonologique.

Par rapport à la dyslexie, plusieurs études de cas ont permis d'identifier une réduction de l'empan visuo-attentionnel en dépit de bonnes capacités phonologiques (Dubois et al. 2010; Valdois, Bosse, et Tainturier 2004) mais aussi d'observer des capacités phonologiques altérées en dépit d'un empan visuo-attentionnel préservé (Lallier et al. 2010).

C'est principalement dans les dyslexies de surface où la procédure globale de lecture dysfonctionne que nous retrouvons un déficit de l'empan visuo-attentionnel ; et inversement, nous retrouvons un EVA préservé dans les dyslexies phonologiques se traduisant par un dysfonctionnement de la procédure analytique de lecture. Ces observations, basées sur des études de cas, vont dans le sens d'une dissociation entre trouble phonologique et trouble de l'empan visuo-attentionnel dans le cadre de la dyslexie. Plus tard, une étude de l'activation cérébrale fut menée chez deux jeunes adultes dyslexiques, l'un présentant un trouble phonologique isolé,

l'autre un trouble sélectif de l'empan visuo-attentionnel. Les résultats montrent un fonctionnement cérébral atypique chez les deux sujets mais touchant des groupes neuronaux différents. Cela sous-tend que des personnes dyslexiques peuvent présenter des troubles cognitifs distincts associés à des dysfonctionnements cérébraux différents (Peyrin et al. 2012).

Néanmoins, il est difficile de déterminer la prévalence de cette dissociation seulement à travers des études de cas. C'est dans ce but que Bosse et al. ont conduit une étude de groupe sur 68 enfants français âgés de 10-11 ans. Pour cela, ils ont mesuré leurs capacités lexiques au niveau du mot puis d'un texte, leurs habiletés méta-phonémiques et leur empan visuo-attentionnel.

Nous retiendrons 2 résultats importants :

→ 63 % des enfants dyslexiques présentent un trouble isolé soit phonologique, soit de l'empan visuo-attentionnel. Cette proportion va dans le sens des recherches menées en amont et conforte la dissociation entre trouble phonologique et trouble de l'empan visuo-attentionnel.

→ 51 % du groupe présente un trouble, isolé ou non, de l'empan visuo-attentionnel. Cette proportion démontre qu'un trouble de l'EVA n'est pas rare dans un contexte dyslexique (Bosse, Tainturier et Valdois 2007).

D'autre part, une étude anglophone génère des résultats similaires et établit qu'une réduction de l'EVA pourrait entraver le bon déroulement de l'apprentissage de la lecture, et ce, que la langue soit opaque, comme l'anglais, ou transparente, comme l'espagnol (le français étant considéré comme une langue intermédiaire) (Valdois 2008).

3.3 – Orientation de l'attention visuelle

D'autres chercheurs, notamment A. Facoetti et T.R. Vidyasagar, avancent que certains dyslexiques pourraient présenter un déficit d'orientation de l'attention visuelle (Facoetti, Trussardi, et Ruffino 2010; Vidyasagar et Pammer 2010) .

Nous pouvons définir l'attention visuelle comme un faisceau de lumière éclairant seulement les éléments dignes d'intérêt au milieu de notre environnement. Les modèles neuropsychologiques d'attention visuelle sont majoritairement issus des travaux de recherches de Michael Posner, psychologue américain. Ce dernier a mis au point un modèle expérimental en 1980 servant encore aujourd'hui de paradigme théorique de l'attention visuelle (Sprenger-Charolles and Colé 2013).

La construction de ce modèle, repose sur 3 phases :

- *une phase de préparation* : le sujet est seul face à un écran d'ordinateur divisé en deux parties. Il fixe le centre de l'écran.
- *une phase d'indication spatiale* : l'attention du sujet est attirée vers l'une des deux parties à l'aide d'un indice spatial comme un changement de luminance à droite ou à gauche du centre de l'écran.
- *une phase expérimentale* :
 - congruente : une cible apparaît sur l'endroit précédemment indiqué
 - non-congruente : une cible apparaît sur une localisation différente

Les résultats obtenus dans les deux conditions sont ensuite comparés à ceux obtenus en condition neutre, c'est à dire sans phase d'indication spatiale. Dans la phase congruente, les cibles sont traitées plus rapidement que dans les phases non-congruente et neutre ; et inversement concernant le traitement des cibles en phase non congruente qui est plus ralenti. Cela montre que l'attention est automatiquement orientée vers la localisation spatiale indiquée. (Nous précisons que l'ensemble des sujets ayant participé à la validation de ce modèle sont considérés comme sains).

Récemment, une étude longitudinale menée par S. Franceschini et al. appuie l'hypothèse d'un déficit d'orientation de l'attention visuelle chez des enfants dyslexiques (Franceschini et al. 2012). Le niveau de lecture de 82 enfants fut suivi à l'âge de 5 ans (T1, maternelle, non-lecteurs), de 7 ans (T2, Cours préparatoire) et de 8 ans (T3, Cours élémentaire 1).

→ À T1, leurs capacités phonologiques ont été évaluées par une épreuve de fusion syllabique et une tâche de dénomination rapide de couleurs ; leurs capacités visuelles ont été évaluées par le protocole de M. Posner (décrit ci-dessus) et par une tâche de barrage de cibles (5 cibles à trouver parmi 31 symboles).

→ À T2 et T3, le niveau de lecture fut évalué par 2 tests étalonnés impliquant la rapidité et la précision de lecture, tantôt avec des mots isolés, tantôt avec un texte. Les mêmes épreuves ont été conservées pour l'évaluation des aptitudes visuelles.

Cette étude a fait ressortir 14 enfants n'ayant pas le niveau de lecture requis à la fin du cours préparatoire (-1,5 écart-type par rapport à la norme) ; ils ont été considérés comme dyslexiques ; le reste du groupe fut considéré comme normolecteur. A 5 ans, ces deux groupes ne différaient pas au niveau de leur QI non verbal ni de leurs compétences phonologiques, mais se distinguaient quant à leurs capacités d'attention visuelle. En effet, les enfants dyslexiques commettaient en moyenne 14 erreurs à la tâche de barrage de cibles, contre 8 pour le groupe normolecteur. Les données rapportées indiquent que 60% des enfants considérés comme dyslexiques se situaient à -1 ds de la norme pour l'ensemble des épreuves visuo-attentionnelles à l'âge de 5 ans.

Les résultats de cette étude peuvent être critiqués tant par rapport au choix des épreuves de conscience phonologique proposées à 5 ans (seulement une épreuve de fusion syllabique) que sur la prévalence du trouble ne portant que sur 14 enfants dyslexiques. Toutefois, cette recherche a permis de montrer qu'un trouble précoce de l'orientation visuo-attentionnelle chez les non-lecteurs pouvait être déterminant par rapport à leur futur niveau de lecture.

Si le trouble spécifique de la lecture peut être expliqué par une atteinte des composantes visuo-attentionnelles, dans quelle mesure un jeu vidéo peut-il avoir un impact sur la lecture... ?

III – DYSLEXIE ET JEUX VIDEO D'ACTION

1 – Cerveau et jeux vidéo d'action

Depuis le début des années 2000, les recherches sur l'impact des jeux vidéo sur le cerveau émergent (Green et Bavelier 2012; Green, Pouget et Bavelier 2010; Dye, Green et Bavelier 2009; West et al. 2008 ; Green et Bavelier 2003)

En juin 2012, Daphné Bavelier, professeure en Neurosciences à l'université de Rochester entre autres (New York, Etats-Unis), conduit une conférence à ce sujet intitulée « Your brain on video games » (Bavelier 2012)

Lors de ce meeting, D.Bavelier énonce directement son intérêt pour le cerveau et ses possibilités, ses aptitudes à devenir plus performant. Et c'est dans ce contexte qu'elle introduit les jeux vidéo d'action.

Dans un premier temps, nous sommes interpellés sur l'âge moyen des joueurs. Pour la plupart, nous imaginons facilement nos enfants et adolescents devant leur Playstation, Wii ou autre console mais détrompons-nous ; la moyenne d'âge d'un joueur est 33 ans (figure 11).

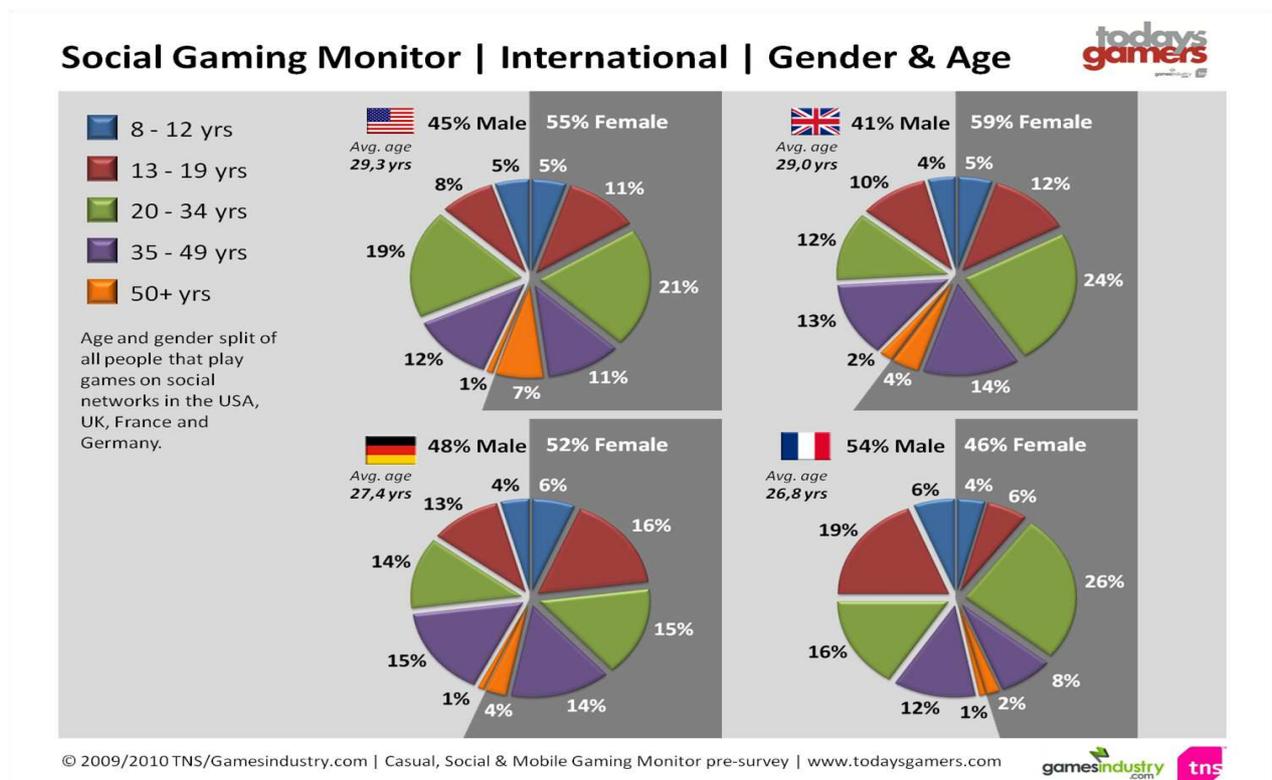


Figure 11: Répartition des joueurs de jeux vidéo en fonction de l'âge et du sexe aux Etats-Unis, en Angleterre, en Allemagne et en France. Mars 2010. (<http://www.gehan-kamachi.net>)

Les jeux vidéo incarnent aujourd'hui un support multimédia omniprésent d'un point de vue international impactant notre quotidien. Détenteur d'un pouvoir incroyable, selon D. Bavelier, il faut en tirer parti. Cependant, il n'est ici pas question de préconiser la pratique intensive de cette activité, les excès de tout type ne sont pas préconisés ; mais pratiqués à dose raisonnable, les jeux vidéo d'action peuvent influencer de manière positive notre cognition et notre comportement.

Les jeux vidéo sont souvent décriés par les médias et les préjugés sont légion. D.Bavelier va mettre fin à certaines idées reçues de manière scientifique par des expériences menées en laboratoire.

- *Les jeux vidéos diminuent l'acuité visuelle.*

Pour tester cette assertion, D. Bavelier et ses confrères ont proposé à une population ne pratiquant pas les jeux vidéo de passer l'épreuve classique de lecture de lettres, des plus grosses au plus petites afin de mesurer la qualité de leur vision (figure 12). Ce panel, qui passe peu de temps devant les écrans, jouit d'une vision normale.

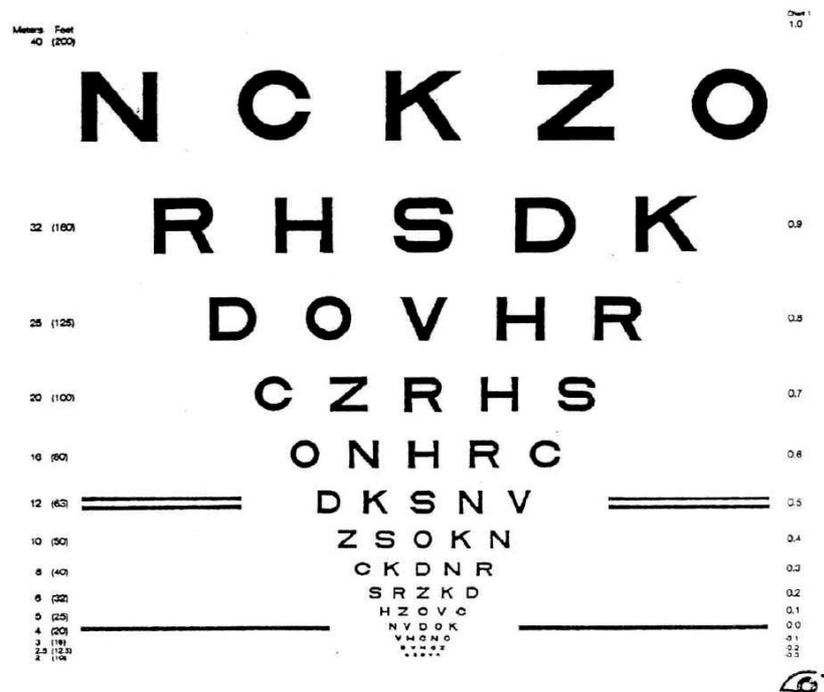


Figure 12: Une échelle logMAR contient un nombre égal de lettres sur chaque ligne, des espaces réguliers entre les lignes et les lettres et une progression régulière de la taille des lettres. (<http://www.cehjournal.org>)

Qu'en est-il des joueurs qui passent plusieurs heures par semaine devant leur écran ? D'après les conclusions de D. Bavelier, leurs résultats témoignent de très bonnes compétences visuelles, supérieures aux non joueurs. Ces derniers sont capables d'identifier de minuscules détails comme les petits caractères présents au bas d'une ordonnance médicale, mais aussi d'appréhender différents niveaux de gris, comme le fait de conduire au milieu du brouillard sous une pluie battante par exemple. Donc les jeux vidéo ne diminuent pas l'acuité visuelle.

- *Les jeux vidéo favorisent les troubles attentionnels et la distractibilité.*

Pour répondre à cela, une épreuve d'inhibition a été proposée à 2 groupes de personnes, des non joueurs et des joueurs (figure 13). Cette épreuve consiste en la présentation de mots colorés dont il faut énoncer oralement la couleur de l'encre. Nous retrouvons ici un conflit entre le mot et sa couleur ; l'attention est déterminée en fonction de la vitesse de résolution de ce conflit.



Figure 13: Extrait informatisé du Stroop (Addie Ney – 1998)
(<http://tecfa.unige.ch>)

Les résultats obtenus à cette épreuve montrent que les joueurs parviennent à résoudre ce conflit plus rapidement que les non joueurs.

De même, les jeux vidéo permettraient d'augmenter notre capacité à suivre des objets dans notre environnement, et donc notre attention divisée. Pour tester cela, plusieurs ronds, des jaunes et des bleus, se déplacent sur un écran. La couleur disparaît et un point d'interrogation apparaît

sur un des ronds. Le sujet doit déterminer si le rond était jaune ou bleu. Cette tâche permet de décrire que le sujet non joueur peut suivre 3 ou 4 objets en mouvance alors que le sujet joueur peut suivre 6 à 7 objets en mouvance, soit le double. L'attention divisée est sollicitée au quotidien. Par exemple, lorsque nous prenons le volant nous devons surveiller les voitures autour de nous (devant, derrière, droite et/ou gauche), mais également les piétons, les animaux errants, etc.

Donc les jeux vidéo ne favorisent pas les troubles attentionnels et la distractibilité.

Au-delà de ces expériences conduites en laboratoire, D. Bavelier et ses confrères ont utilisé l'imagerie cérébrale pour observer l'impact des jeux vidéo sur le cerveau. Les changements sont nombreux mais les principaux se situent au niveau des circuits neuronaux contrôlant l'attention. Ils observent alors une sur-activation du cortex pariétal (contrôle de l'orientation de l'attention), du lobe frontal (contrôle de l'attention soutenue), et du cortex cingulaire antérieur (contrôle de la répartition/distribution de l'attention) chez les sujets qui jouent aux jeux vidéo d'action.

Toutes ces observations conduisent ces chercheurs en sciences cognitives à se questionner sur le concept « multitâches » ; au quotidien cela peut se matérialiser par une personne faisant du vélo tout en discutant au téléphone avec un ami sans qu'aucune des deux tâches n'entrave l'autre. Ils ont alors proposé à leurs sujets répartis en deux groupes (non joueurs, joueurs), plusieurs épreuves informatisées capables de mesurer à la milliseconde près le temps mis pour passer d'une tâche à l'autre. Là encore, les joueurs sont plus performants que les non joueurs ; ils passent très rapidement d'une tâche à l'autre et cela n'engendre qu'un très faible coût cognitif.

Au regard de toutes ces investigations, D. Bavelier arrive au constat que les jeux vidéo pour le cerveau ont un effet similaire que le vin sur la santé. En effet, des molécules ont été identifiées dans le vin rouge comme menant à une plus grande espérance de vie, à condition de le consommer avec modération et à l'âge approprié. Ce serait donc de la même façon que certains composants des jeux vidéos permettraient de stimuler la plasticité cérébrale, les capacités d'apprentissage, l'attention, la vision, etc ; et ce dans un cadre aussi bien d'éducation que de rééducation ou réhabilitation.

De manière à démontrer l'influence positive des jeux vidéo sur le cerveau, une équipe voisine de Toronto (West et al. 2008) a proposé à ses participants une épreuve de rotation

mentale ; les sujets doivent retrouver la forme cible parmi quatre propositions. C'est une épreuve difficile générant un coût cognitif important. Suite à cela, une session de dix heures de jeu vidéo échelonnée sur une période de deux semaines est proposée aux sujets. Suite à cet entraînement, une tâche similaire de rotation mentale leur est à nouveau administrée. Les résultats montrent une amélioration des performances immédiatement après, mais aussi un maintien 5 mois plus tard. Cet effet à long terme est particulièrement important dans la mesure où le jeu vidéo interviendrait dans l'éducation et/ou la rééducation.

Pour finir, D. Bavelier utilise une métaphore très parlante à propos de ces jeux vidéo qui font travailler notre cerveau, elle appelle cela « the broccoli side of the equation » (littéralement [le côté brocoli de l'équation]). Mais l'industrie du logiciel de divertissement doit nous proposer un produit attrayant, auquel on ne peut résister, c'est « the chocolate side of the equation » (littéralement [le côté chocolat de l'équation]). L'idéal est de réunir les deux éléments. Mais qui aurait envie de manger des brocolis recouverts de chocolat ? Le sentiment perçu à cet instant se rapproche du sentiment ressenti à l'égard d'un jeu purement éducatif ; ce n'est pas vraiment amusant ni engageant. Il faudrait alors imaginer un nouveau chocolat, ayant le goût du chocolat, mais dont l'ensemble des ingrédients seraient extraits du brocoli et méconnaissables. Un jeu vidéo doit avoir pour visée de stimuler notre cerveau mais sans que l'on s'en aperçoive. (Green et Bavelier 2012; Green, Pouget, et Bavelier 2010; Green et Bavelier 2003).

2 – Présentation de l'article « Action video games make dyslexic children read better » (« Les jeux vidéo d'action permettent aux enfants dyslexiques de mieux lire », traduction libre) par S. Franceschini et al. (2013).

Nous venons de rendre compte de récents travaux menés sur l'impact positif des jeux vidéo sur le cerveau. Sandro Franceschini et ses collaborateurs, neuropsychologues italiens, s'appuient sur ces recherches et vont conduire une expérience sur l'influence des jeux vidéo sur les capacités lexiques de plusieurs enfants dyslexiques.

A ce jour, alors que la présence d'un trouble phonologique s'est massivement imposée comme l'un des déficits majeurs de la dyslexie développementale (Peterson et Pennington 2012),

la prise en charge de ce seul aspect ne suffit pas (Gabrieli 2009). En effet, une amélioration générale des performances en phonologie ne permet pas de facto une amélioration des performances lexiques (Strong et al. 2011).

Les troubles attentionnels s'imposent depuis peu comme un déficit fréquent et important chez les personnes dyslexiques (Franceschini et al. 2012; Zorzi, Barbiero et Facoetti 2012; Vidyasagar et Pammer 2010). En effet, avant de maîtriser les aspects de la médiation phonologique, nous devons être capables de sélectionner précisément les bons graphèmes parmi tous les clusters existants en orientant rapidement notre attention visuelle (Yeshurun et Rashal 2010). Un niveau d'attention élevé permet d'améliorer la perception des stimuli sonores et le développement des connexions neuronales. Un déficit à ce niveau peut alors entraver le bon déroulement d'une prise en charge orthophonique classique; un fonctionnement attentionnel atypique peut freiner les apprentissages.

Comme nous l'avons décrit précédemment, un entraînement par les jeux vidéo permet d'améliorer les habiletés attentionnelles. Là où les recherches classiques sur les apprentissages proposent une tâche précise pour influencer un domaine spécifique, S. Franceschini et ses confrères postulent que ce type d'entraînement pourrait avoir un impact sur plusieurs champs d'apprentissage et décident alors de tester les effets des jeux vidéo d'action sur des enfants dyslexiques.

Ils formulent l'hypothèse selon laquelle un entraînement par les jeux vidéo d'action améliore les compétences de médiation phonologique et attentionnelles, et en conséquence les habiletés lexiques (rapidité et précision).

Pour tester cette hypothèse, ils ont mesuré le niveau de décodage phonologique (vitesse et précision de lecture de pseudo-mots et de texte) et attentionnelles (tâche de report partiel) de 20 enfants dyslexiques. Les participants ne diffèrent pas sur ces compétences au départ (T1). Les sujets sont ensuite divisés en deux groupes : dix enfants joueront à des jeux vidéo d'action (AVG), dix enfants joueront à des jeux vidéo sans action (NAVG). Chaque enfant sera entraîné par le jeu vidéo « *Rayman contre les lapins crétiens ©* » sur console Wii. Les minis jeux sont sélectionnés en fonction de leur niveau d'action.

Nous pouvons définir le jeu vidéo d'action comme un type de jeu où le « gameplay » (que nous pouvons traduire par « jouabilité ») est fondé sur des interactions en temps réel entre le joueur et l'interface. Le jeu vidéo d'action sollicite l'observation, l'habileté et les réflexes du joueur (jeux de tirs, jeux de labyrinthe, jeux de courses...).

Les aptitudes lexiques ont été mesurées par le ratio entre la rapidité et la précision de lecture. Les résultats ont été analysés par le logiciel statistique ANOVA.

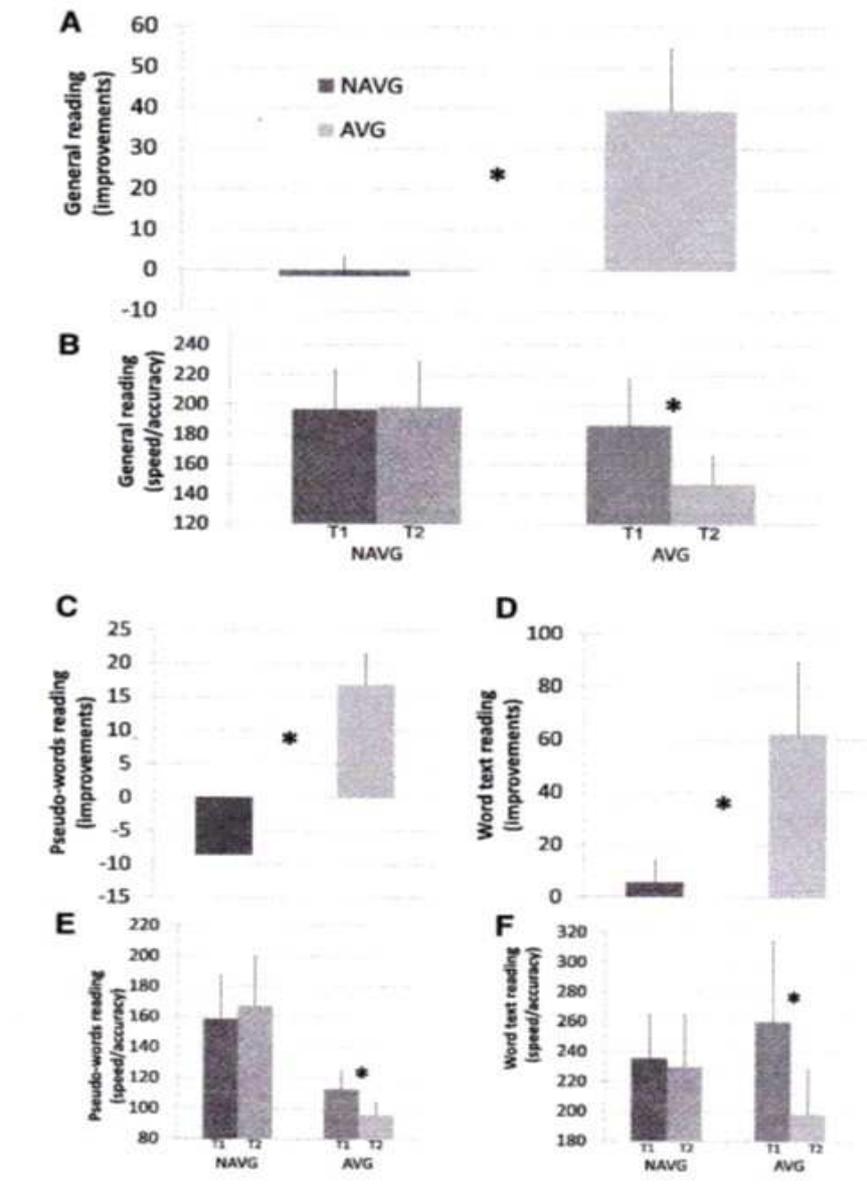


Figure 14: Changement des habiletés lexiques après entraînement par les jeux vidéo (Franceschini et al., 2013)

L'amélioration générale de la lecture [General reading improvement] est mesurée par le

ratio entre précision et rapidité de lecture, pour les mots et le texte.

De manière générale, nous observons que les AVG ont amélioré leur niveau de lecture. L'entraînement leur a permis d'être plus efficaces et habiles. Ce n'est pas le cas des NAVG dont les résultats n'ont pas évolués entre T1 et T2. L'étude statistique montre une amélioration significative. Chez les AVG, les progrès en lecture sont caractérisés par une augmentation de la rapidité de lecture sans que cela n'impacte la précision de lecture ; ce résultat va dans le sens d'une étude menée en 2009 sur l'augmentation de la vitesse de traitement de l'information par la pratique de jeux vidéo d'action (Dye, Green, et Bavelier 2009).

Deux mois après l'administration de l'entraînement, six des dix enfants faisant partie du groupe AVG ont été à nouveau testés sur leurs aptitudes lexiques. Leurs résultats ne révèlent pas de différences significatives entre T2 et T3 ce qui laisse supposer qu'un entraînement par les jeux vidéo améliore les capacités lexiques sur le long terme.

Ces résultats incluent la possibilité que des jeux vidéo aux caractéristiques spécifiques (ici : l'action) augmentent la capacité à distribuer nos ressources attentionnelles dans l'espace et le temps (Petersen et Posner 2012; Green et Bavelier 2012; Dye, Green et Bavelier 2009).

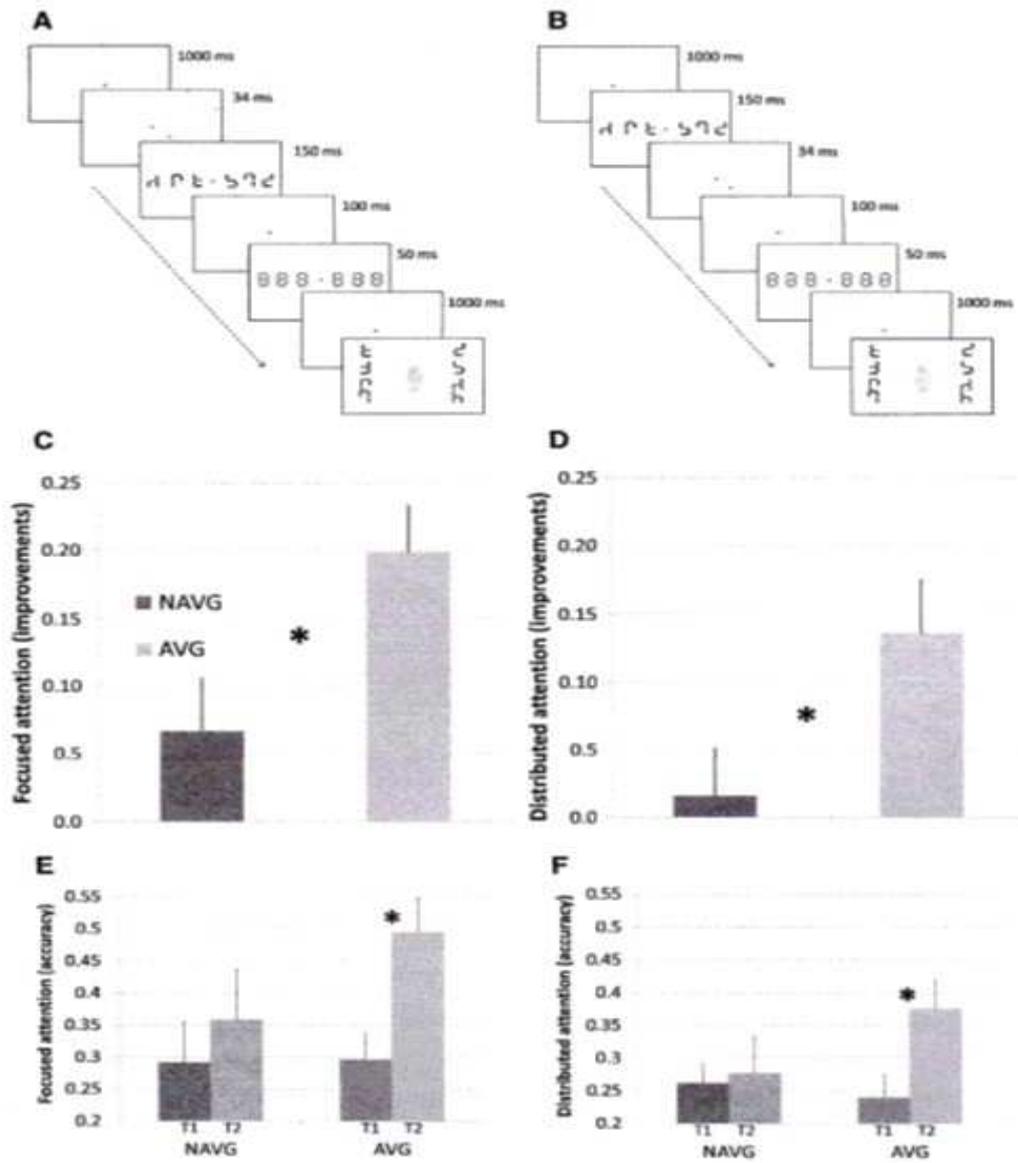


Figure 15: Résultats et épreuves d'attention visuo-spatiale focalisée et distribuée (Franceschini et al., 2013)

Pour évaluer les ressources attentionnelles des participants, l'équipe de chercheurs leur a proposé une épreuve de report partiel (voir figure 15A et 15B) inspirée de l'expérience de S. Valdois (Valdois, Bosse, and Tainturier 2004). Pour la tâche d'attention focalisée, les participants doivent fixer un point puis identifier dans une séquence le symbole apparaissant sur ce point ; pour la tâche d'attention distribuée, le principe est le même mais le point apparaît après la séquence, obligeant ainsi le sujet à répartir son attention plus globalement.

Les résultats obtenus ont également fait l'objet d'une étude statistique via le logiciel ANOVA et montrent une amélioration significative des compétences d'attention focalisée et d'attention distribuée seulement chez les enfants dyslexiques du groupe AVG (figure 15). Ces

conclusions vont dans le sens de différentes études portant sur les effets bénéfiques des jeux vidéo sur l'attention spatio-temporelle (Green et Bavelier 2012; Green, Pouget et Bavelier 2010).

Pour terminer, S. Franceschini et ses collaborateurs ont étudié la relation entre les améliorations lexiques et attentionnelles. Pour cela, ils ont établi la corrélation entre les progrès au niveau attentionnel et les progrès au niveau de la lecture. Ils observent que les améliorations sur le plan attentionnel représentent pour 50 % des participants l'unique facteur des améliorations en lecture. Cela démontre clairement l'existence d'un lien causal entre le fonctionnement attentionnel et les capacités lexiques.

Un entraînement par les jeux vidéo d'action pourrait ainsi réduire directement les difficultés de lecture chez les enfants dyslexiques en augmentant l'efficacité de leur attention (Green et Bavelier 2012; Dye, Green et Bavelier 2009; West et al. 2008).

Partie 2

DEMARCHE EXPERIMENTALE

I – PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

1) Problématique

Apprendre à lire peut s'avérer très difficile pour environ 10 % des enfants; on parle alors de trouble des apprentissages, spécifique ou non. La prévalence de la dyslexie est difficile à déterminer, les chiffres officiels varient entre 3 et 10% (Inserm 2007). Mais pourquoi cette phase d'apprentissage est-elle plus compliquée pour certains?

Les études s'articulant autour des troubles visuo-attentionnels associés à la dyslexie sont aujourd'hui de plus en plus nombreuses (Franceschini et al. 2013; Franceschini et al. 2012; Vidyasagar and Pammer 2010; Bosse, Tainturier, and Valdois 2007; Valdois, Bosse, and Tainturier 2004). Cet intérêt croissant en fait un sujet central et actuel.

Différentes hypothèses étiologiques émergent et favorisent le débat ; dès lors les axes de prises en charge mis en place auprès de ces patients s'orientent différemment d'un orthophoniste à l'autre en fonction du modèle théorique de référence ; il est alors compliqué d'être exhaustif.

Nous savons qu'aujourd'hui une remédiation phonologique isolée ne peut suffire à l'amélioration des habiletés lexiques d'un enfant dyslexique, principalement en raison des sous-types de dyslexie identifiés et des difficultés associées à ce trouble (Strong et al. 2011).

Un déficit attentionnel est aujourd'hui régulièrement identifié dans le cadre de la dyslexie développementale (Franceschini et al. 2012; Vidyasagar and Pammer 2010). En effet, il est important de disposer de bonnes ressources attentionnelles afin de pouvoir identifier correctement les stimuli environnants, qu'ils soient visuels ou auditifs. Ainsi, un tel déficit peut affecter les capacités d'apprentissages.

Depuis 2003, des chercheurs tendent à prouver l'amélioration des habiletés attentionnelles par le jeu vidéo chez l'enfant dit sain (Green and Bavelier 2003; Green, Pouget, and Bavelier 2010; Green and Bavelier 2012).

De ce fait, Sandro Franceschini et ses collaborateurs ont cherché à lier les concepts suivants : dyslexie – déficit attentionnel – jeux vidéo d'action. Suite à cette expérience, ces chercheurs concluent à l'efficacité d'une remédiation attentionnelle par les jeux vidéo d'action chez des enfants dyslexiques (Franceschini et al. 2013). Il faut considérer ce premier pas comme une ouverture vers d'autres supports de rééducation ; il nous paraît donc intéressant de poursuivre la recherche dans ce sens en adaptant l'administration de l'entraînement en fonction des

paramètres d'une prise en charge orthophonique classique, à savoir 45 minutes par séances au lieu des 80 minutes préconisées dans l'étude princeps.

2) Hypothèse principale

Dès lors, nous formulons l'hypothèse selon laquelle un entraînement par les jeux vidéo d'action améliore les capacités visuo-attentionnelles des enfants présentant une dyslexie développementale associée à un trouble visuo-attentionnel.

3) Hypothèse secondaire

Nous postulons que l'amélioration des aptitudes visuo-attentionnelle par un entraînement basé sur les jeux vidéo d'action permet l'amélioration des capacités lexiques (précision et vitesse) d'enfants présentant une dyslexie développementale associée à un trouble visuo-attentionnel.

II – METHODOLOGIE

1) Démarche expérimentale

L'objectif de cette étude est de confirmer les apports bénéfiques de jeux vidéo d'action en tant que remédiation visuo-attentionnelle chez des enfants dyslexiques ; et ce, dans le cadre d'une prise en charge orthophonique classique.

Nous avons pu proposer le protocole qui suit à deux patients de même niveau scolaire et présentant chacun une dyslexie développementale diagnostiquée, associée à des troubles attentionnels.

Nous proposons dans un premier temps une évaluation des capacités lexiques et visuo-attentionnelles de chaque enfant (T1) ; puis procédons, suite à l'entraînement, à la mesure de ces deux composantes à travers des épreuves similaires (T2).

Nous avons mis en place une feuille de route permettant de suivre le déroulement des séances et de noter qualitativement les contraintes susceptibles d'être rencontrées au cours de l'entraînement (annexe 1).

Nous comparerons, in fine, les résultats obtenus aux différentes épreuves en première puis en seconde évaluation, pour chaque patient.

Nous avons convenu avec les orthophonistes des deux enfants sélectionnés pour participer à l'étude, de ne pas entamer ou poursuivre leur prise en charge sur le versant attentionnel afin d'objectiver la finalité de ce projet.

2) Sélection de l'échantillon

Nous avons sélectionné deux enfants présentant les critères d'une dyslexie développementale, selon la définition de l'OMS.

Ainsi :

- ils ont un âge de lecture d'au moins 18 mois inférieur à leur âge réel
- ils ne présentent pas de déficit intellectuel
- ils n'ont pas de trouble sensoriel non corrigé
- ils ne présentent pas de trouble psychiatrique
- ils évoluent au sein d'un environnement socio-culturel normalement stimulant
- ils suivent une scolarisation régulière et adéquate

2.1 Description du patient n°1

Le premier patient recruté est âgé de 11 ans, est scolarisé en classe de CM2 et présente une dyslexie développementale associée à un TDA/H (Trouble Déficit Attentionnel avec Hyperactivité) traité depuis 2012 à raison de 20 milligrammes de Quasym® 1 fois par jour. Il bénéficie d'une prise en charge orthophonique en libéral à raison d'une fois par semaine.

Cet enfant :

- est issu d'une grossesse gémellaire
- son frère présente un autisme de Kanner
- vit avec sa mère, sa grand-mère et son frère
- est décrit comme un « petit mangeur ». Les prises alimentaires sont difficiles en raison du peu d'aliments acceptés et des exigences de texture.
- S'endort facilement
- ne trouvait pas sa place au cœur de l'enceinte scolaire avant la prise en charge de son TDA/H générant ainsi de grosses difficultés relationnelles avec ses pairs. Aujourd'hui, il se sent bien à l'école, a des résultats scolaires satisfaisants, et des copains.
- ne peut pas rester seul, c'est un facteur très anxiogène selon son entourage, « il a peur de tout ».
- joue beaucoup aux jeux vidéo avec son frère (Ipad, Wii notamment)

- bénéficie d'une correction visuelle. Des lunettes à prismes furent prescrite en mars 2014.
- a trois cousins du côté maternel atteints respectivement du syndrome de Di Georges, de polyarthrite et du syndrome d'Asperger.

2.2 Description du patient n°2

Le second patient recruté est âgé de 10 ans, est scolarisé en classe de CM2 et présente une dyslexie développementale prise en charge à raison d'une fois par semaine par une orthophoniste en cabinet libéral et présente un trouble de l'audition centrale prise en charge mensuellement au sein d'un autre cabinet.

Cet enfant :

- est l'aîné d'une fratrie de deux enfants
- a un frère de 5 ans
- vit avec ses parents et son frère
- ne présente pas de difficulté alimentaire ni d'endormissement
- manifeste une attention labile durant les périodes d'enseignement en classe
- est bien intégré au sein de l'enceinte scolaire par ses pairs
- joue peu aux jeux vidéo
- pratique le handball en club sportif
- bénéficie d'une correction visuelle

Cet enfant présente un strabisme convergent accommodatif ; les deux axes visuels ne sont pas alignés correctement, les yeux pointent alors dans des directions opposées. Nous pourrions retrouver le terme « loucher » dans le langage courant pour évoquer ce type de trouble.

Ce déficit, bien que corrigé et pris en charge ponctuellement, nous apparaissait comme un handicap pouvant entraver le bon déroulement de cette étude ; nous avons alors pris contact avec son orthoptiste qui nous a assuré que cet entraînement ne pouvait en aucun cas aggraver ce trouble et nous a donné son aval pour débiter l'étude.

A titre informatif, cette professionnelle de santé nous a précisé que les écrans n'entraînaient pas la diminution de l'acuité visuelle.

3) Déroulement du protocole

Nous avons proposé le même protocole aux deux enfants ayant participé à l'étude.

En première intention, une évaluation des capacités lexiques et attentionnelles de chacun fut réalisé.

Trois épreuves de lecture ont été administrées afin de pouvoir apprécier la vitesse et la précision de lecture, nous permettant ainsi d'observer l'efficacité des deux voies de lecture.

L'attention visuelle fut mesurée par deux subtests appartenant à la batterie d'évaluation de l'attention pour les enfants (Manly et al. 2004).

Enfin, l'attention visuo-spatiale fut évaluée à titre qualitatif par deux tâches de report global et partiel, reproduite à partir de l'expérience menée par S. Valdois (Valdois 2010).

Suite à cela, un programme d'entraînement basé sur un jeu vidéo d'action, *Rayman contre les lapins crépins* © fut conduit auprès de ces deux enfants sur ordinateur.

Afin de respecter la procédure adoptée par l'étude de S.Franceschini & Al, nous avons organisé 16 séances de 45 minutes, soit 12 heures de rééducation visuo-attentionnelle au total.

Les rencontres ont eu lieu au domicile de l'enfant en accord avec les parents, l'orthophoniste référent et l'enfant lui-même.

Enfin, nous avons procédé à la réévaluation des domaines explorés en première intention. Afin d'éviter l'effet re-test, chaque tâche fut proposée dans une autre version ; exceptée l'épreuve de « Lecture en Une Minute » (Khomsy, 1999).

4) Outils

4.1 Leximétrie

4.1.1 Lecture de mots : épreuve *Lecture – Stratégie* issue du L2MA (Chevrier-Muller et al. 1997)/ *Lecture de mots non fréquents* issue de la BALE (Jacquier Roux et al. 2010).

L'épreuve de lecture du L2MA comporte 3 sous-parties :

- Lecture de « mots sans signification », dont l'objectif est d'évaluer le mécanisme de conversion graphème-phonème.
- Lecture de « mots réguliers », dont l'objectif est de comparer les capacités de lecture de mots ne différant que d'une seule lettre avec les « mots sans signification ». Elle permet de vérifier l'automatisation de la voie d'assemblage.
- Lecture de « mots irréguliers », dont l'objectif est d'évaluer l'accès direct du sujet à son lexique orthographique interne.

Les consignes de passation sont identiques pour les trois épreuves : « tu lis ces mots », en lui montrant la liste sur la planche. Un point est accordé pour chaque item réussi.

L'épreuve de lecture de mots moins fréquents de la BALE comporte également 3 sous parties : lecture de « pseudo-mots », « mots réguliers », « mots irréguliers », dont les objectifs sont respectivement identiques à celles du L2MA. Les consignes et le système de cotation ne diffèrent pas. Toutefois, dans la BALE, les pseudo-mots ne se rapprochent pas forcément de la forme des mots réguliers. Chaque liste de mots est chronométrée mais nous ne tiendront pas compte des résultats car la vitesse de lecture est évaluée avec une autre test.

Ces deux tests répondent aux exigences de la réalisation d'un outil d'évaluation, à savoir qu'ils sont normés et étalonnés par niveau scolaire. A ce titre, nous allons comparer les résultats obtenus en termes d'écart-type.

4.1.2 Lecture de Texte : *Monsieur Petit/ Le géant égoïste*, issue de la BALE (Jacquier Roux et al. 2010)

Cette épreuve est destinée à évaluer la vitesse de lecture à partir d'un texte signifiant ne posant pas de problème de compréhension.

Le sujet a pour consigne : « tu vas devoir lire un texte le mieux possible jusqu'à ce que je te dise Stop ».

Pour obtenir le nombre de mots correctement lus en une minute, il faut soustraire le nombre d'erreurs de lecture au nombre total de mots lus en une minute.

4.1.3 Vitesse de Lecture : épreuve *LUM (Lecture en Une Minute)* issue du LMC-R (Khomsy 1999)

L'objectif de cette épreuve est d'évaluer le niveau d'automatisation de l'identification du mot écrit à travers la vitesse de lecture.

Le sujet a pour consigne de lire les mots de la liste en colonne le plus rapidement possible, pendant une minute, et sans faire de faute.

Un point est accordé pour chaque item lu ; la note finale « LUM » est calculée par soustraction du nombre d'erreurs d'oralisation au nombre total d'items lus.

4.2 Attention visuelle

4.2.1 Subtests *Recherche dans le ciel et Carte géographique, versions A et B* issus du TEA-ch (Test of Everyday Attention for Children, Manly et al. 2004)

Ces deux épreuves permettent d'évaluer l'attention sélective sur un mode d'entrée visuel ; elles mesurent la capacité à détecter une information pertinente en filtrant les éléments distracteurs.

Le subtest *Recherche dans le ciel* est divisé en 2 parties. La première consiste à identifier les paires de vaisseaux cibles (2 vaisseaux identiques et côte à côte) sur une planche A3 remplie de vaisseaux distracteurs (2 vaisseaux dissemblables). La deuxième partie est une tâche de contrôle

moteur ; il n'y a pas de distracteur, le sujet doit entourer le plus vite possible toutes les paires de vaisseaux.

La note d'attention sélective est obtenue par soustraction de la note de la deuxième partie (contrôle moteur) à celle de la première, sans l'influence possible d'une lenteur motrice. Le rapport vitesse/ traitement permet de déterminer la qualité de l'attention sélective visuelle.

Le subtest *Carte géographique* consiste à identifier et à entourer le plus vite possible et en une minute, le maximum de symboles représentant soit une fourchette et un couteau (version A), soit une pompe à essence (version B).

4.2.2 Tâche de report global et de report partiel

Pour avoir une idée de l'empan visuo-attentionnel des deux sujets participant à notre étude, nous avons reproduit les épreuves de report global et partiel élaborées par S. Valdois et ses collaborateurs (Valdois, Bosse, and Tainturier 2004) et mis au point une feuille de passation pour faciliter le recueil des données (annexe 2 et 3)

Pour la tâche de report global (RG), nous avons demandé aux sujets de restituer oralement la séquence de 5 lettres qu'ils verraient apparaître sur l'écran d'ordinateur selon la consigne suivante :

« Tu vas voir apparaître plusieurs séries de 5 lettres au centre de l'écran, je te demanderai de me les redonner à l'oral juste après. Tu as compris ?

Le temps d'apparition des lettres est très court; pour t'habituer on va commencer avec deux exemples. ».

Pour la tâche de report partiel (RP), nous avons demandé aux participants de restituer oralement une seule lettre de la séquence qu'ils verraient apparaître sur l'écran d'ordinateur selon la consigne suivante :

« Tu vas voir apparaître plusieurs séries de 5 lettres au centre de l'écran ; après chaque série, je te demanderai de me redonner une seule lettre à l'oral ; une barre apparaîtra sous cette lettre pour que tu puisses la reconnaître. Tu as compris ?

Comme pour l'épreuve précédente (RG), le temps d'apparition des lettres puis de la petite barre est très court; pour t'habituer, on va commencer avec deux exemples. ».

III – RÉSULTATS

1) Résultats bruts de chaque enfant

L'ensemble des résultats sera traduit en déviation standard (ds); cela correspond à l'écart entre les valeurs considérées comme normales pour une population cible et les valeurs du sujet. Nous analyserons les résultats tantôt en écart-types (ds), tantôt en percentile, en fonction de l'étalonnage de chaque test.

1.1 Épreuves lexiques

1.1.1 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de mots à T1

	Lecture de mots					
	Sans signification (MSS)		Réguliers (MRÉ)		Irréguliers (MIR)	
	Score /20	Déviation standard	Score /10	Déviation standard	Score /10	Déviation standard
Patient 1	16	- 2,3	10	moyenne	6	- 7,7
Patient 2	14	- 3,8	10	moyenne	8	- 3,4

Tableau 1 : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture – Stratégie issue du L2MA à T1 et conversion en écart-type (ds)

Avec un score de 16/20 pour les mots sans signification, le patient 1 se situe à -2,3 ds de la norme attendue pour un CM2, les erreurs portent essentiellement sur des apocopes (« lor » pour « lorte », « pou » pour « poute »). Avec un score de 14/20, le patient 2 se situe à -3,8 ds de la norme attendue pour un CM2. Les erreurs portent essentiellement sur des confusions visuelles b/d (« divre » pour « bivre », « poidir » pour « poibir »).

La lecture de mots réguliers est réussie pour les deux patients. Leur score les situe chacun dans la moyenne attendue pour un CM2. Nous notons que cette épreuve est plafonnée dès le CE2.

La lecture de mots irréguliers situe les deux patients à un niveau scolaire inférieur au CE2. Avec un score de 6/10, le patient 1 se situe à -7,7 ds de la norme attendue pour un CM2, les erreurs portent essentiellement sur des inversions phonémiques (« pide » pour « pied »), et des

régularisations (« wagnon » pour « oignon »). Avec un score de 8/10, le patient 2 se situe à -3,4 ds de la norme attendue pour un CM2, les erreurs portent essentiellement sur des régularisations (« poèle » pour « poêle »).

1.1.2 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de mots à T2

	Lecture de mots					
	Irréguliers		Réguliers		Pseudo-mots	
	Score /20	Déviati on standard	Score /20	Déviati on standard	Score /20	Déviati on standard
Patient 1	10	- 1,5	16	- 1,4	13	- 1,7
Patient 2	13	moyenne	15	- 2	12	- 2,1

Tableau 2 : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture de mots moins fréquents issue de la BALE à T2 et conversion en écart-type (ds)

Avec un score de 13/20 à la lecture de pseudo-mots, le patient 1 se situe à -1,7 ds de la norme attendue pour un CM2, les erreurs portent essentiellement sur des ajouts de phonèmes par manque de rétro-contrôle (« gavine » pour « gavin », « caldone » pour « caldon »). Avec un score de 12/20, le patient 2 se situe à -2,1 ds de la norme attendue pour un CM2. les erreurs portent essentiellement sur des confusions visuelles C/G (« galdon » pour « caldon ») et des confusions sourdes/sonores (« klon » pour « glon »).

La lecture de mots réguliers est chutée pour les deux patients. Avec un score de 16/20, le patient 1 se situe à -1,4 ds de la norme attendue pour un CM2 ; les erreurs portent essentiellement sur des apocopes (« dora » pour « dorade », « asi » pour asile). Avec un score de 15/20, le patient 2 se situe à -2 ds de la norme attendue pour un CM2. les erreurs portent essentiellement sur des confusions sourdes/sonores (« esquive » pour « esquif ») et une méconnaissance des règles environnementales (« assile » pour « asile »).

Avec un score de 10/20 à la lecture de mots irréguliers, le patient 1 se situe à -1,5 ds de la norme attendue pour un CM2; les erreurs portent essentiellement sur des régularisations (« galope » pour « galop », « akarium » pour « aquarium»). Avec un score de 13/20, le patient 2 se situe dans la moyenne de la norme attendue pour un CM2 ; les erreurs portent essentiellement sur

des régularisations (« akarelle » pour « aquarelle », « pa/on » pour « paon »).

En terme de vitesse de lecture, les temps réalisés par deux patients les situent respectivement à -4,9 ds et -1,5 ds de la norme attendue pour un CM2.

1.1.3 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de texte à T1

	Lecture de texte			
	Nombre de mots lus en 1 minute	Erreurs	Mots correctement lus en 1 minute (MCLM)	Déviat ion standard /CM2
Patient 1	59	2	57	- 2,5
Patient 2	73	0	73	- 2,1

Tableau 3 : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve « Monsieur Petit » issue de la BALE à T1 et conversion en écart-type (ds).

A la lecture du texte « Monsieur Petit », le patient 1 a lu 59 mots et a fait 2 erreurs de lecture. Cela donne un score MCLM de 57 le situant à un niveau inférieur au 5ème percentile soit -2,5 ds par rapport à la norme attendue pour un CM2.

A la lecture du texte « Monsieur Petit », le patient 2 a lu 73 mots et n'a commis aucune erreur de lecture. Cela donne un score MCLM de 73 le situant à un niveau inférieur au 5ème percentile soit -2,1 ds par rapport à la norme attendue pour un CM2.

1.1.4 Résultats obtenus à l'épreuve de lecture de texte à T2

	Lecture de texte			
	Nombre de mots lus en 1 minute	Erreurs	Mots correctement lus en 1 minute (MCLM)	Déviat ion standard /CM2
Patient 1	55	3	52	- 1,9
Patient 2	73	3	70	- 1,3

Tableau 4 : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve « Le géant égoïste » issue de la BALE à T2 et conversion en écart-type (ds).

A la lecture du texte « Le géant égoïste », le patient 1 a lu 55 mots et a fait 3 erreurs de lecture. Cela donne un score MCLM de 52 le situant à un niveau inférieur au 5ème percentile soit

-1,9 ds par rapport à la norme attendue pour un CM2.

A la lecture du texte « Monsieur Petit », le patient 2 a lu 73 mots et a commis 3 erreurs de lecture. Cela donne un score MCLM de 70 le situant à un niveau inférieur au 5ème percentile soit -1,3 ds par rapport à la norme attendue pour un CM2.

1.1.5 Résultats obtenus à l'épreuve de Lecture en Une Minute (LUM) à T1

	Lecture en Une Minute			
	Items lus	Erreurs d'oralisation	Items lus en 1 minute	Déviati on standard /CM2
Patient 1	40	6	34	- 2,4
Patient 2	42	5	37	- 2,2

Tableau 5 : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC- R à T1 et conversion en écart-type (ds).

Lors de cette épreuve, le patient 1 a lu 40 mots et commis 6 erreurs d'oralisation. Cela donne un score LUM de 34 le situant à -2,4 ds de la norme attendue pour un CM2, soit un niveau CE1. Le patient 2 a lu 42 mots et commis 5 erreurs d'oralisation. Cela donne un score LUM de 37 le situant à -2,2 ds de la norme attendue pour un CM2, soit un niveau CE1.

1.1.6 Résultats obtenus à l'épreuve de Lecture en Une Minute (LUM) à T2

	Lecture en Une Minute			
	Items lus	Erreurs d'oralisation	Items lus en 1 minute	Déviati on standard /CM2
Patient 1	38	5	33	- 2,4
Patient 2	59	9	50	- 1,4

Tableau 6 : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC- R à T2 et conversion en écart-type (ds).

Le patient 1 a lu 38 mots et commis 5 erreurs d'oralisation. Cela donne un score LUM de 33 le situant à -2,4 ds de la norme attendue pour un CM2, soit un niveau CE1.

Le patient 2 a lu 59 mots et commis 9 erreurs d'oralisation. Cela donne un score LUM de 50 le situant à -1,4 ds de la norme attendue pour un CM2, soit un niveau CE2.

1.2 Épreuves visuo-attentionnelles

1.2.1 Résultats obtenus au subtest Recherche dans le ciel à T1 (version A)

	Nombre de cibles correctement encadrées /20	Temps par cible en seconde	Note d'attention
Patient 1	20	4,45	3,39
Patient 2	20	5,2	3,95

Tableau 7 : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Recherche dans le ciel à T1 (version A)

Au cours de l'épreuve, les deux patients ont entouré les 20 cibles de la planche, ce qui les situe respectivement au 100ème percentile par rapport à leur classe d'âge, 11 ans et 10 ans.

Pour identifier chaque cible, le patient 1 a mis en moyenne 4,45 secondes, ce qui le situe au 50ème percentile pour un enfant de 11 ans ; le patient 2 a mis en moyenne 5,2 secondes pour identifier chaque cible, ce qui le situe au 60ème percentile pour un enfant de 10 ans.

Le patient 1 obtient au final une note d'attention de 3,39, ce qui le situe au 45ème percentile pour un enfant de 11 ans. Le patient 2 obtient une note d'attention de 3,95 le situant au 55ème percentile pour un enfant de 10 ans.

1.2.2 Résultats obtenus au subtest Recherche dans le ciel à T2 (version B)

	Nombre de cibles correctement encadrées /20	Temps par cible en seconde	Note d'attention
Patient 1	19	4,58	3,23
Patient 2	18	3,9	3,1

Tableau 8 : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Recherche dans le ciel à T2 (version B)

Le patient 1 a entouré 19 cibles de la planche, ce qui le situe au 63ème percentile pour un enfant de 11 ans ; le patient 2 a entouré 18 cibles de la planche, ce qui le situe au 31ème percentile pour un enfant de 10 ans

Pour identifier chaque cible, le patient 1 a mis en moyenne 4,58 secondes, ce qui le situe au 50ème percentile pour un enfant de 11 ans ; le patient 2 a mis en moyenne 3,9 secondes pour identifier chaque cible, ce qui le situe au 90ème percentile pour un enfant de 10 ans.

Le patient 1 obtient au final une note d'attention de 3,23, ce qui le situe au 55ème percentile pour un enfant de 11 ans. Le patient 2 obtient une note d'attention de 3,1 le situant au 80ème percentile pour un enfant de 10 ans.

1.2.3 Résultats obtenus au subtest Carte géographique à T1 (version A)

	Nombre de cibles correctement identifiées en 1 minute
Patient 1	19
Patient 2	40

Tableau 9 : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Carte géographique à T1 (version A)

Lors de cette épreuve, le patient 1 entoure 19 cibles en 1 minute, ce qui le situe au 4ème percentile pour un enfant de 11 ans. Le patient 2 entoure 40 cibles en une minute, ce qui le situe au 83ème percentile pour un enfant de 10 ans.

1.2.4 Résultats obtenus au subtest Carte géographique à T2 (version B)

	Nombre de cibles correctement identifiées en 1 minute
Patient 1	50
Patient 2	46

Tableau 10 : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Carte géographique à T2 (version B)

Lors de cette épreuve, le patient 1 entoure 50 cibles en 1 minute, ce qui le situe au 96ème percentile pour un enfant de 11 ans. Le patient 2 entoure 46 cibles en une minute, ce qui le situe au 95ème percentile pour un enfant de 10 ans.

1.2.5 Résultats obtenus à la tâche de Report global à T1

	Nombre de séquences correctement restituées /20	Taux de réussite en %
Patient 1	7	35
Patient 2	2	10

Tableau 11 : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report global à T1

Le patient 1 parvient à identifier 7 séquences complètes sur 20, soit un taux de réussite de 35%. Nous observons un gradient situé à gauche avec une meilleure identification des lettres situées en position 1, 2 et 3 pour les séquences restituées de façon incomplète.

Le patient 2 parvient à identifier 2 séquences complètes sur 20, soit un taux de réussite de 10%. Nous observons un gradient situé à gauche avec une meilleure identification des lettres situées en position 1, 2 et 3 pour les séquences restituées de façon incomplète.

1.2.6 Résultats obtenus à la tâche de Report global à T2

	Nombre de séquences correctement restituées /20	Taux de réussite en %
Patient 1	11	55
Patient 2	0	0

Tableau 12 : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report global à T2

Le patient 1 parvient à identifier 11 séquences complètes sur 20, soit un taux de réussite de 55%. Nous observons une meilleure identification des lettres situées en position 1, 2, 3 et 5 pour les séquences restituées de façon incomplète.

Le patient 2 ne parvient à restituer aucune séquence complète, soit un taux de réussite de 0%. Nous observons un gradient situé à gauche avec une meilleure identification des lettres situées en position 1, 2 et 3 pour les séquences restituées de façon incomplète.

1.2.7 Résultats obtenus à la tâche de Report partiel à T1

	Nombre de lettres correctement restituées /50	Taux de réussite en %
Patient 1	38	76
Patient 2	27	54

Tableau 13 : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report partiel à T1

Le patient 1 parvient à restituer 38 lettres sur 50, soit un taux de réussite de 76%. Les erreurs ou absences de réponse interviennent majoritairement sur les lettres situées en position 1, 2 ou 3.

Le patient 2 parvient à restituer 27 lettres sur 50 soit un taux de réussite de 32%. Les erreurs ou absences de réponse interviennent de façon homogène sur l'ensemble des positions possibles.

1.2.8 Résultats obtenus à la tâche de Report partiel à T2

	Nombre de lettres correctement restituées /50	Taux de réussite en %
Patient 1	42	84
Patient 2	43	86

Tableau 14 : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report partiel à T2

Le patient 1 parvient à restituer 42 lettres sur 50, soit un taux de réussite de 84%. Les erreurs ou absences de réponse interviennent majoritairement sur les lettres situées en position 2 ou 4.

Le patient 2 parvient à restituer 43 lettres sur 50 soit un taux de réussite de 86%. Les erreurs ou absences de réponse interviennent majoritairement sur les lettres situées en position 2 ou 4.

2) Analyse descriptive : auto-comparaison des résultats obtenus à T1 et T2

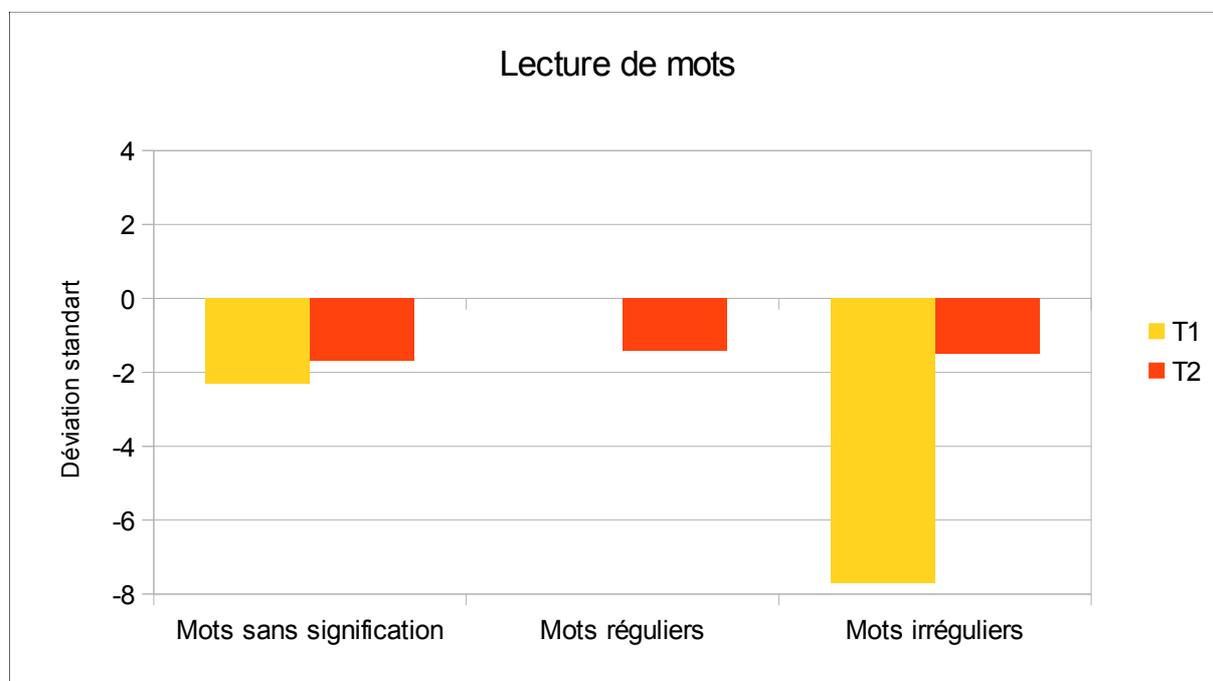
En raison de la restriction de notre échantillon, nous avons procédé à une analyse descriptive en observant l'évolution des résultats obtenus aux différentes épreuves administrées entre T1 et T2.

2.1 Patient n°1

2.1.1 Épreuve Lecture de mots

	Lecture de mots					
	Sans signification	Déviati on standard /CM2	Réguliers	Déviati on standard /CM2	Irréguliers	Déviati on standard / CM2
T1	16/20	-2,3 ds	10/10	moyenne	6/10	-7,7 ds
T2	13/20	-1,7 ds	16/20	-1,4 ds	10/20	-1,5 ds

Tableau 15 : Comparaison des résultats obtenus par le patient 1 à l'épreuve Lecture – Stratégie issue du L2MA à T1 puis à l'épreuve Lecture de mots moins fréquents issue de la BALE à T2, et correspondance en déviation standard.



Graphique 1 : comparaison des résultats du patient 1 à l'épreuve lecture de mots entre T1 et T2

Nous observons que le patient 1 a progressé au niveau de la lecture de pseudo-mots (de -2,3 ds à -1,7 ds) et de mots irréguliers (de -7,7 ds à -1,5 ds) . La lecture de mots réguliers est plus chutée à T2 qu'à T1 (de la moyenne à -1,4 ds). Le nombre d'items à traiter double entre T1 et T2, les mots présentés dans la BALE sont moins fréquemment rencontrés que les mots du L2MA.

Ces résultats traduisent une meilleure reconnaissance de la forme globale des mots écrits.

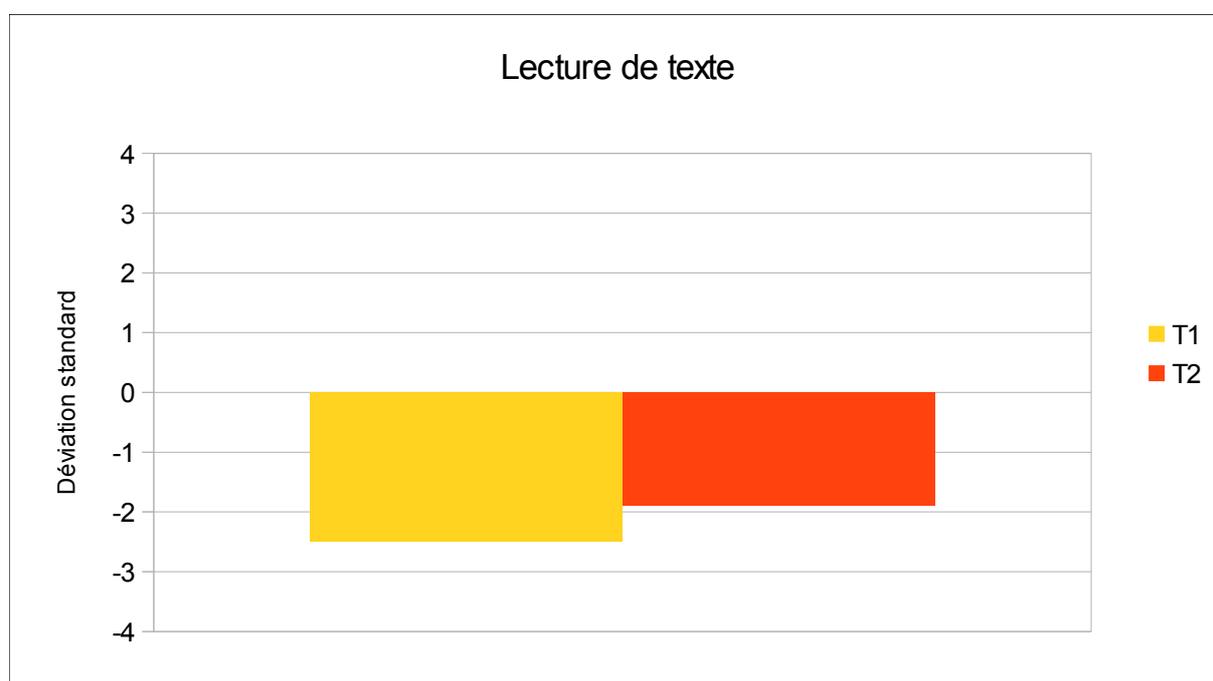
L'écart entre la lecture de mots réguliers et mots sans signification, nettement visible à T1 et toujours perceptible à T2, évoque un défaut de maîtrise de la médiation phonologique compensée par un stockage de mots fréquemment rencontrés dans le lexique orthographique du patient 1.

Nous précisons que la comparaison de ces données est à conduire avec précaution sachant que les 2 épreuves de lecture sont différentes.

2.1.2 Épreuve de lecture de texte

	Lecture de texte			
	Nombre de mots lus en 1 minute	Erreurs	Mots correctement lus en 1 minute	Déviat ion standard /CM2
T1	59	2	57	-2,5 ds
T2	55	3	52	-1,9 ds

Tableau 16 : Comparaison des résultats obtenus par le patient 1 aux épreuves « Monsieur Petit » à T1 et « le géant égoïste » à T2 issues de la BALE



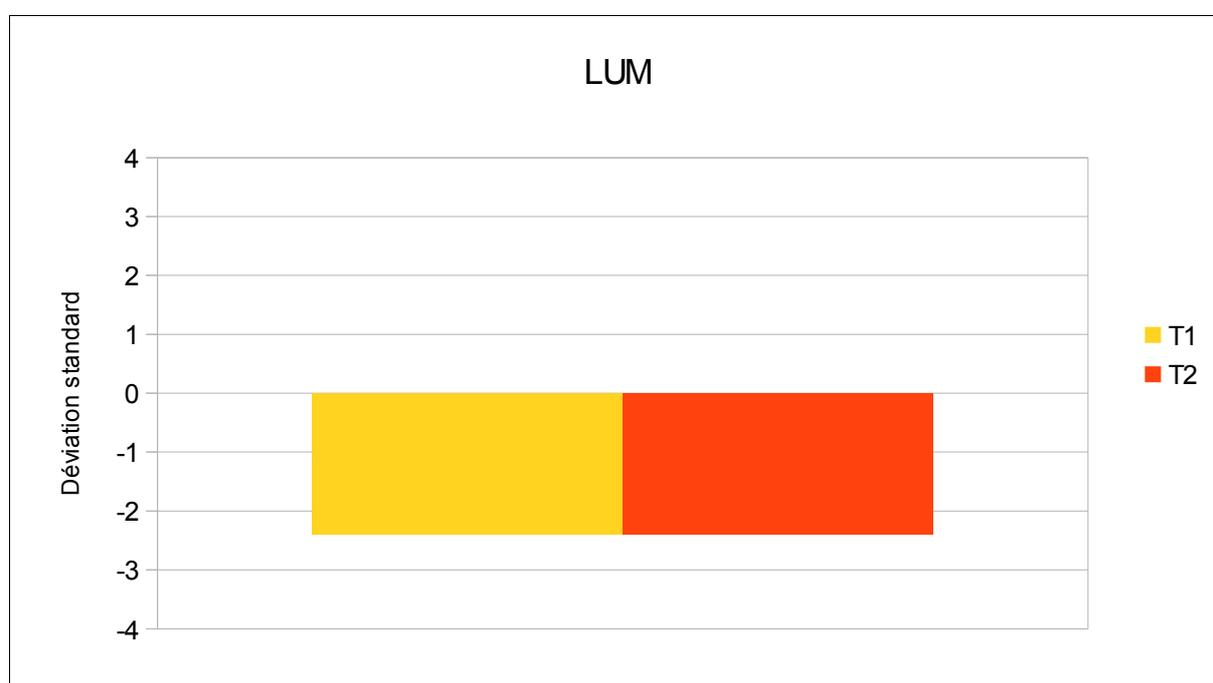
Graphique 2 : comparaison des résultats du patient 1 à l'épreuve lecture de texte entre T1 et T2

Nous observons que le patient 1 a légèrement progressé au niveau de la lecture de texte (T1 = -2,5, T2 = -1,9), ce qui va dans le sens d'un début d'automatisation des voies de lecture.

2.1.3 Épreuve de Lecture en Une Minute

	Lecture en Une Minute			
	Items lus	Erreurs d'oralisation	Items lus en 1 minute	Déviatiion standard /CM2
T1	40	6	34	-2,4 ds
T2	38	5	33	-2,4 ds

Tableau 17 : Résultats obtenus par le patient 1 à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC-R à T1 et T2



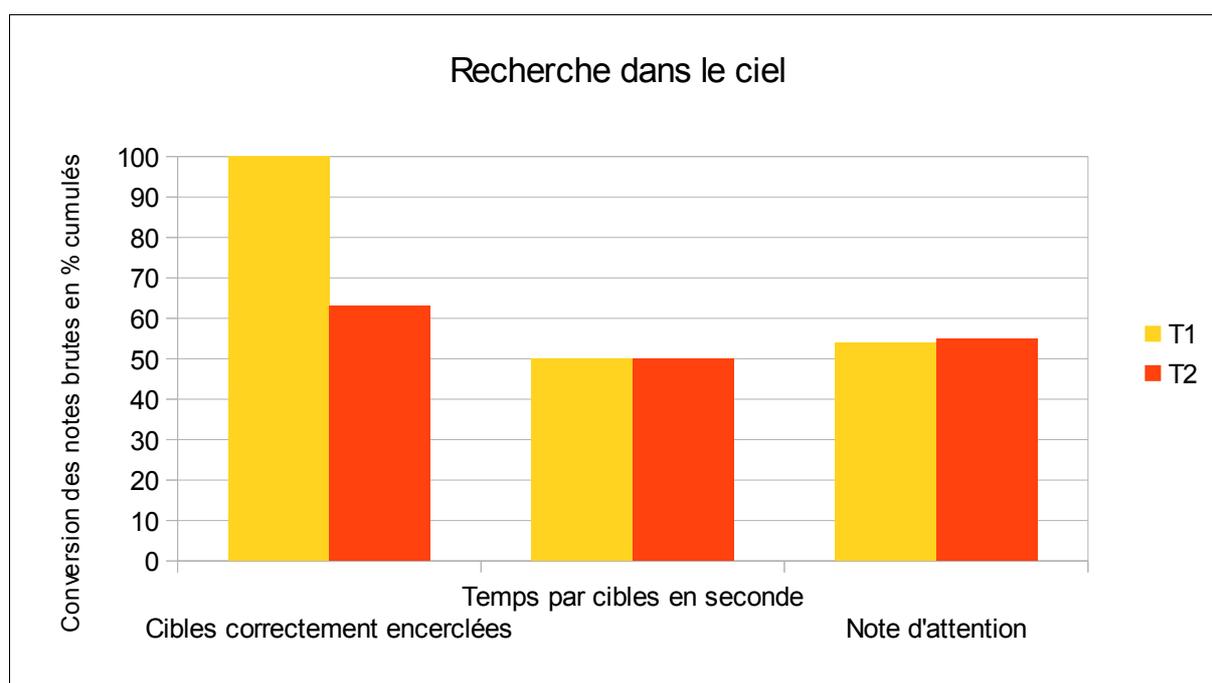
Graphique 3 : Comparaison des résultats du patient 1 l'épreuve de lecture en une minute entre T1 et T2

Nous n'observons aucune évolution sur l'épreuve de lecture en 1 minute (T1 = -2,4, T2 = -2,4). Nous notons à titre clinique que le patient 1 a privilégié la précision à la rapidité de lecture.

2.1.4 Subtest Recherche dans le ciel

	Nombre de cibles correctement encerclées /20	Pourcentages cumulés /11 ans	Temps par cible en seconde	Pourcentages cumulés /11 ans	Note d'attention	Pourcentages cumulés /11 ans
T1	20	100	4,45	50	3,39	54
T2	19	63	4,58	50	3,23	55

Tableau 18 : Résultats obtenus par le patient 1 au subtest Recherche dans le ciel issu du Tea-ch à T1 et T2



Graphique 4 : comparaison des résultats du patient 1 au subtest Recherche dans le ciel entre T1 et T2

Le patient 1 a oublié 1 cible sur les 20 à entourer à T2; le sujet passe alors du 100ème percentile au 63ème percentile (T1 = 100, T2 = 63). Lors de cette tâche, nous observons qu'à T1, le patient a employé une stratégie linéaire gauche-droite, alors qu'à T2, il a tantôt utilisé la stratégie linéaire citée précédemment, tantôt une stratégie verticalisée haut-bas.

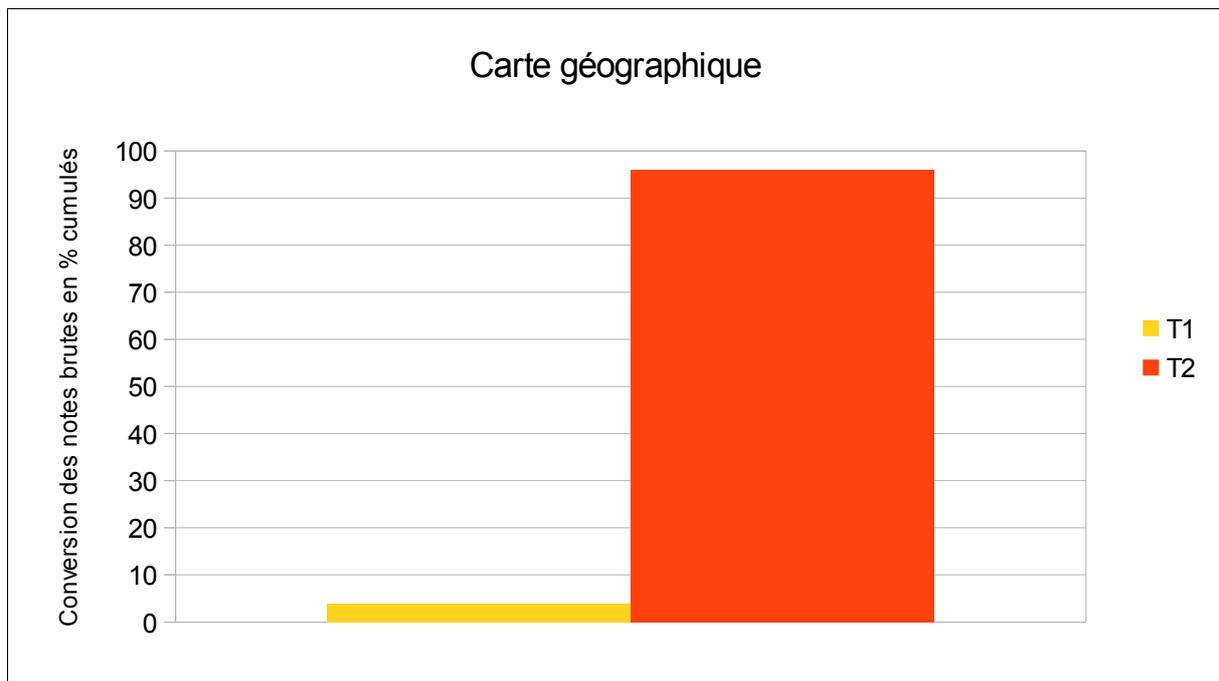
En percentile, nous ne notons pas d'évolution du temps réalisé pour entourer chaque cible (T1 = 50, T2 = 50).

La note d'attention est très légèrement plus élevée à T2 qu'à T1, situant le sujet 1 au 55ème percentile à T2 (T1 = 54, T2 = 55).

2.1.5 Subtest Carte géographique

	Nombre de cibles correctement identifiées en 1 minute	Pourcentages cumulés /11 ans
T1	19	4
T2	50	96

Tableau 19 : Résultats obtenus par le patient 1 au subtest Carte géographique issu du Tea-ch à T1 et T2



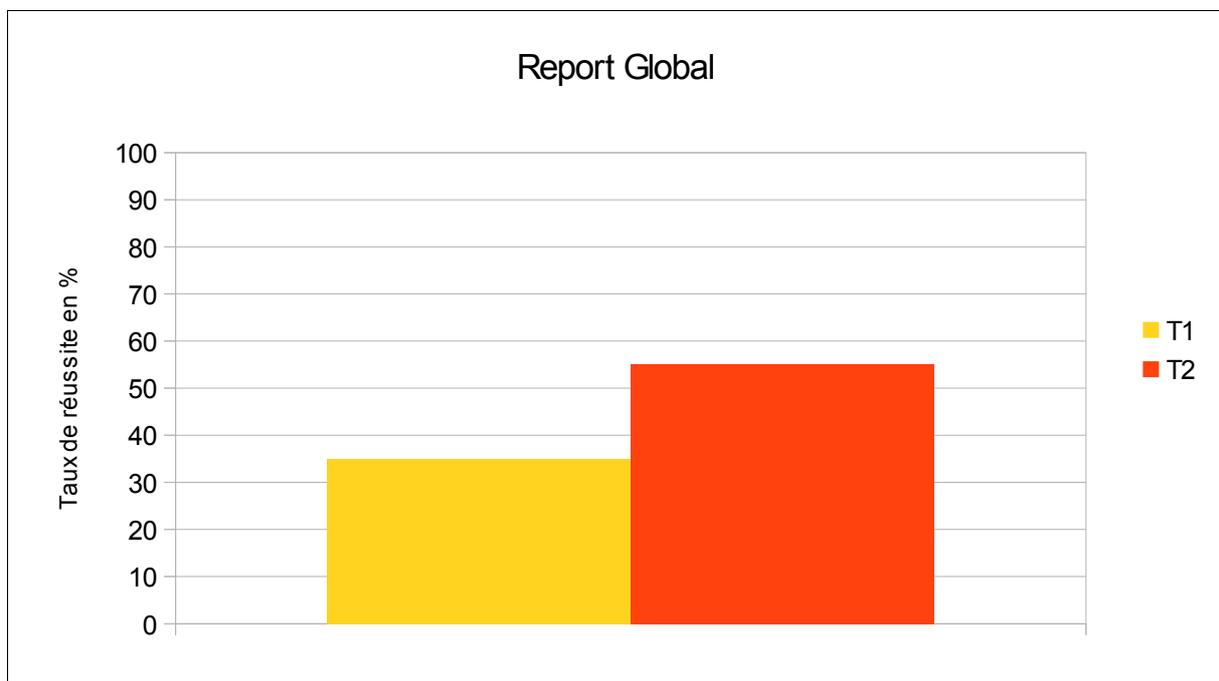
Graphique 5 : comparaison des résultats du patient 1 au subtest carte géographique entre T1 et T2

Nous observons une nette amélioration de l'attention sélective entre T1 et T2. En effet le patient 1 est passé du 4ème au 96ème percentile. Lors de la première passation, le patient a focalisé son attention sur le bas de la planche, ce qui a largement pénalisé son score. A T2, le patient a pu élargir son champ visuel.

2.1.6 Tâche de Report global

	Nombre de séquences correctement restituées /20	Taux de réussite en %
T1	7	35
T2	11	55

Tableau 20 : Résultats obtenus par le patient 1 à la tâche de Report global à T1 et T2



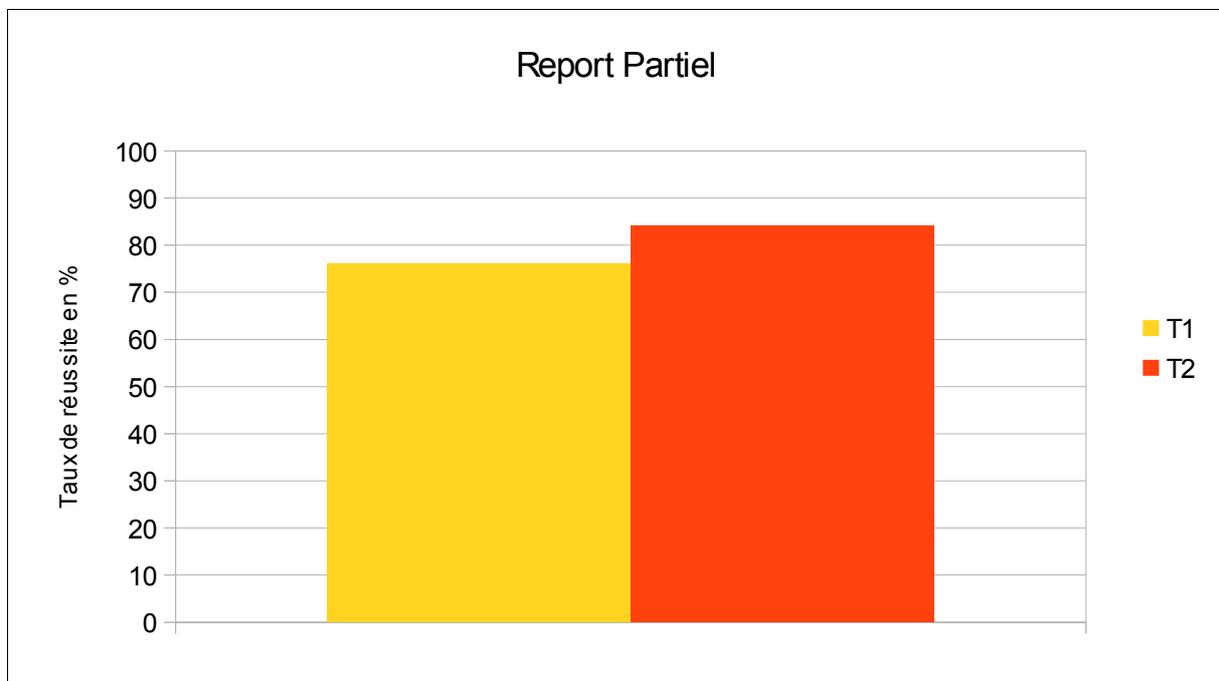
Graphique 6 : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report global entre T1 et T2

Nous observons de meilleures performances à T2 qu'à T1. En effet le patient 1 obtient un taux de réussite de 55% à T2, contre 35% à T1. Cela peut s'expliquer par une augmentation de l'empan visuo-attentionnel et donc un élargissement de la fenêtre visuo-attentionnelle.

2.1.7 Tâche de Report partiel

	Nombre de lettres correctement restituées /50	Taux de réussite en %
T1	38	76
T2	42	84

Tableau 21 : Notes obtenues par le patient 1 à la tâche de Report partiel à T1 et T2



Graphique 7 : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report partiel entre T1 et T2

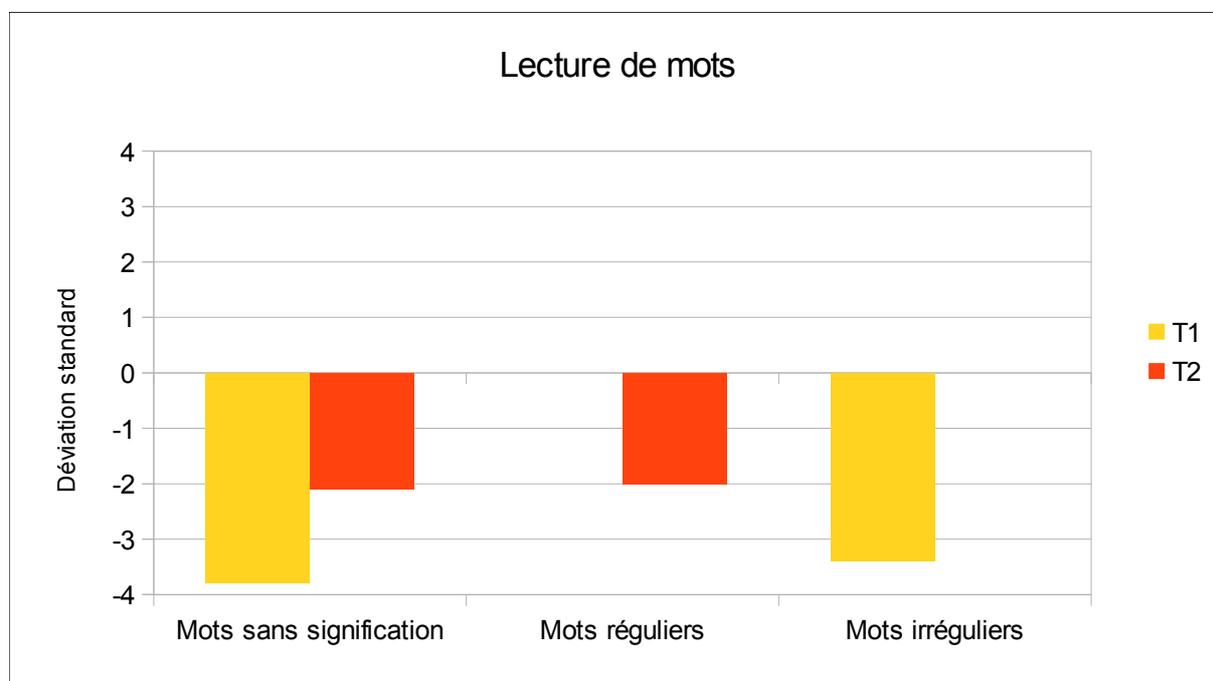
Nous observons de meilleures performances à T2 qu'à T1. En effet le patient 1 présente un taux de réussite de 84% à T2, contre 76% à T1. Cela peut s'expliquer par une meilleure distribution de l'attention.

2.2 Patient n°2

2.2.1 Épreuve Lecture de mots

	Lecture de mots					
	Sans signification	Déviati on standard /CM2	Réguliers	Déviati on standard /CM2	Irréguliers	Déviati on standard /CM2
T1	14/20	-3,8 ds	10/10	moyenne	8/10	-3,4 ds
T2	12/20	-2,1 ds	15/20	-2 ds	13/20	moyenne

Tableau 22 : Résultats obtenus par le patient 2 à l'épreuve Lecture – Stratégie issue du L2MA à T1 puis à l'épreuve Lecture de mots moins fréquents issue de la BALE à T2, et correspondance en déviation standard



Graphique 8 : comparaison des résultats du patient 2 à l'épreuve lecture de mots entre T1 et T2

Nous observons que le patient 2 a progressé au niveau de la lecture de pseudo-mots (de -3,8 ds à -2,1 ds) et de mots irréguliers (de -3,4 ds à la moyenne) . La lecture de mots réguliers est plus chutée à T2 qu'à T1 (de la moyenne à -2 ds). Là aussi nous pouvons expliquer cela par le nombre d'items à traiter (le double) et leur fréquence d'apparition pour le lecteur.

Ces résultats traduisent une meilleure reconnaissance de la forme globale du mot écrit et une amélioration de la médiation phonologique.

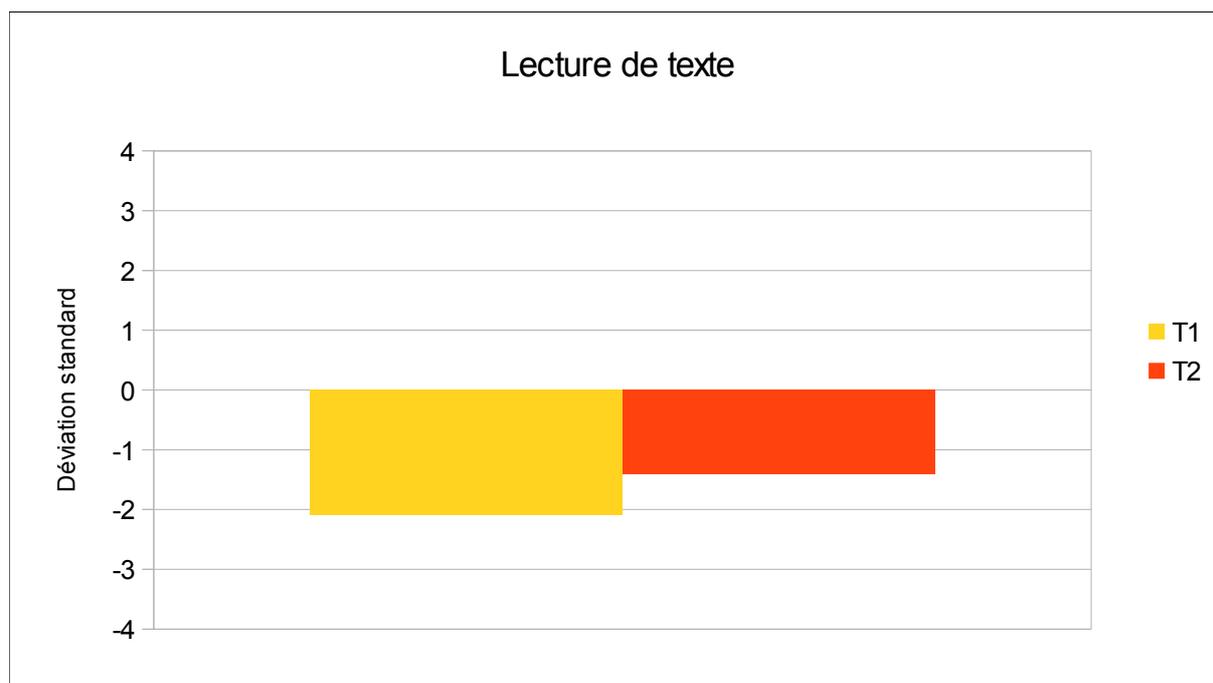
De même que pour le patient 1, l'écart entre la lecture de mots réguliers et mots sans

signification, nettement visible à T1 et moins perceptible à T2, évoque un défaut de maîtrise de la médiation phonologique compensée par un stockage de mots fréquemment rencontrés dans le lexique orthographique du patient 2.

2.2.2 Épreuve de lecture de texte

	Lecture de texte			
	Nombre de mots lus en 1 minute	Erreurs	Mots correctement lus en 1 minute	Déviat ion standard /CM2
T1	73	0	73	-2,1 ds
T2	73	3	70	-1,4 ds

Tableau 23 : Résultats obtenus par le patient 2 aux épreuves « Monsieur Petit » à T1 et « le géant égoïste » à T2 issues de la BALE



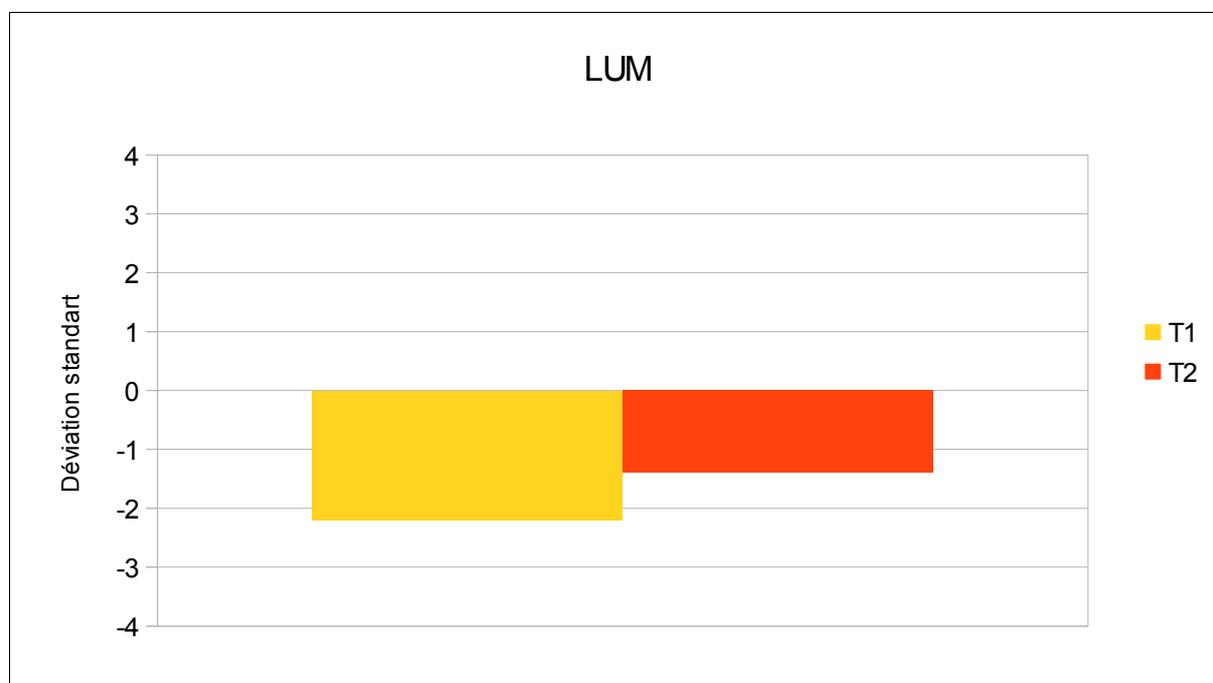
Graphique 9 : comparaison des résultats du patient 2 à l'épreuve lecture de texte entre T1 et T2

Nous observons que le patient 2 a légèrement progressé au niveau de la lecture de texte (T1 = -2,1, T2 = -1,4), ce qui suggère de meilleures saccades oculaires.

2.2.3 Épreuve de Lecture en Une Minute (LUM)

	Lecture en Une Minute			
	Items lus	Erreurs d'oralisation	Items lus en 1 minute	Déviatiion standard /CM2
T1	42	5	37	-2,2 ds
T2	59	9	50	-1,4 ds

Tableau 24 : Résultats obtenus par le patient 2 à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC-R à T1 et T2



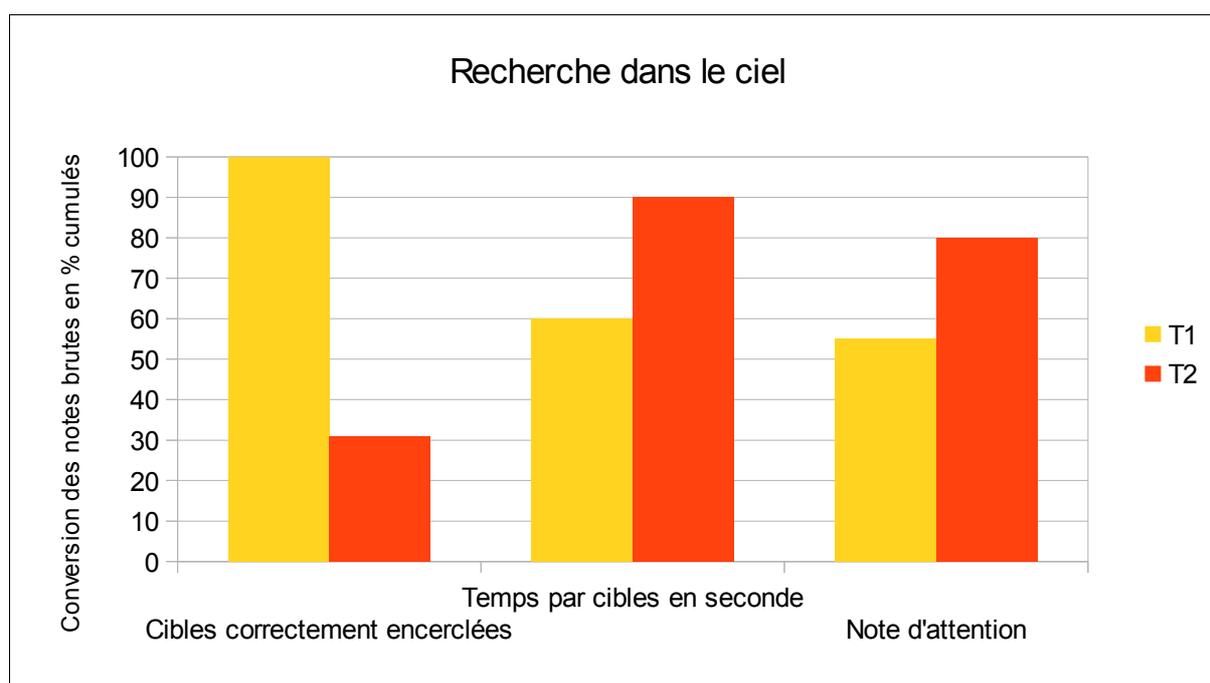
Graphique 10 : comparaison des résultats du patient 2 à l'épreuve lecture de mots entre T1 et T2

Nous observons une évolution positive des résultats entre T1 et T2 (T1 = -2,2, T2 = -1,4), ce qui va dans le sens d'une meilleure automatisation de l'identification des mots écrits. Nous notons à titre clinique que le patient 2 a privilégié la rapidité à la précision de lecture à T2.

2.2.4 Subtest Recherche dans le ciel

	Nombre de cibles correctement encadrées /20	Pourcentages cumulés /10 ans	Temps par cible en seconde	Pourcentages cumulés /10 ans	Note d'attention	Pourcentages cumulés /10 ans
T1	20	100	5,2	60	3,95	55
T2	18	31	3,9	90	3,1	80

Tableau 25 : Résultats obtenus par le patient 2 au subtest Recherche dans le ciel issu du Tea-ch à T1 et T2



Graphique 11 : comparaison des résultats du patient 2 au subtest Recherche dans le ciel entre T1 et T2

Le patient 2 a oublié 2 cibles sur les 20 à entourer à T2. Le sujet passe alors du 100ème au 31ème percentile. Lors de cette tâche, nous observons qu'à T1, le patient a employé une stratégie verticalisée haut-bas puis linéaire avec rétro-contrôle ; alors qu'à T2, il a utilisé exclusivement une stratégie verticalisée haut-bas sans rétro-contrôle.

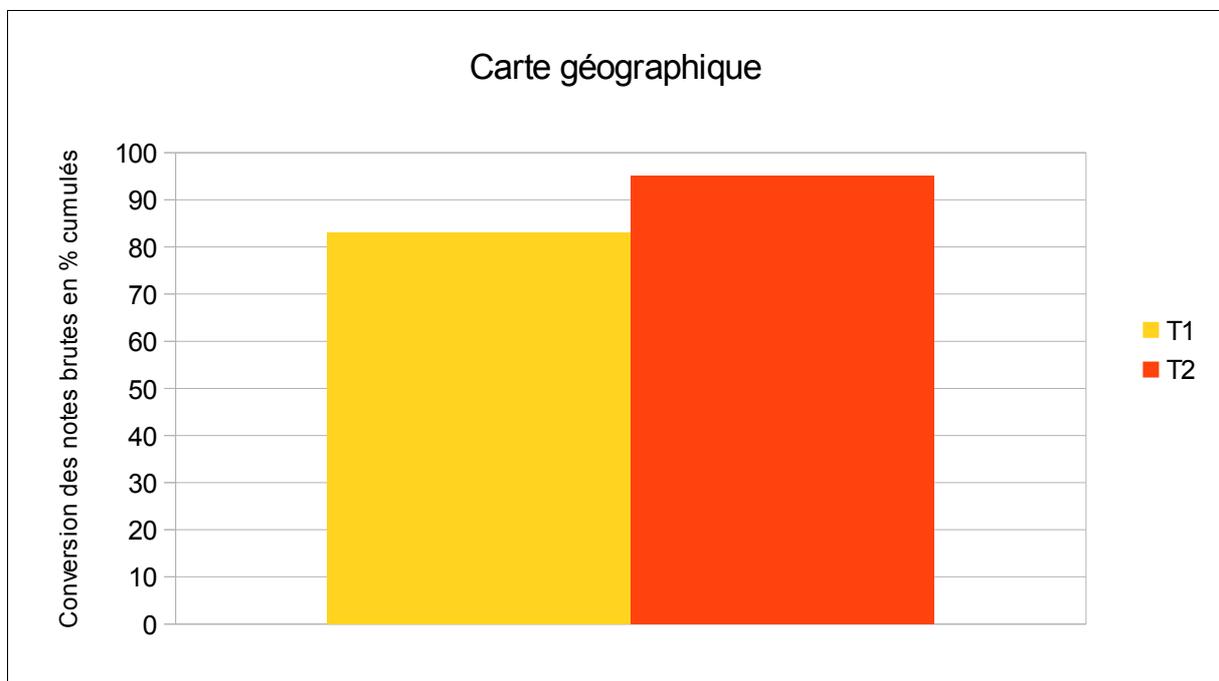
Le temps mis pour encadrer chaque cible a évolué de manière positive. En effet, le patient 2 est passé du 60ème au 90ème percentile. Cela s'explique par la stratégie d'exploration adoptée.

La note d'attention est plus élevée à T2 qu'à T1, situant le sujet au 80ème percentile à T2 (T1 = 55, T2 = 80). Cela suppose une amélioration de l'attention sélective visuelle.

2.2.5 Subtest Carte géographique

	Nombre de cibles correctement identifiées en 1 minute	Pourcentages cumulés /10 ans
T1	40	83
T2	46	95

Tableau 26 : Résultats obtenus par le patient 2 au subtest Carte géographique issu du Tea-ch à T1 et T2



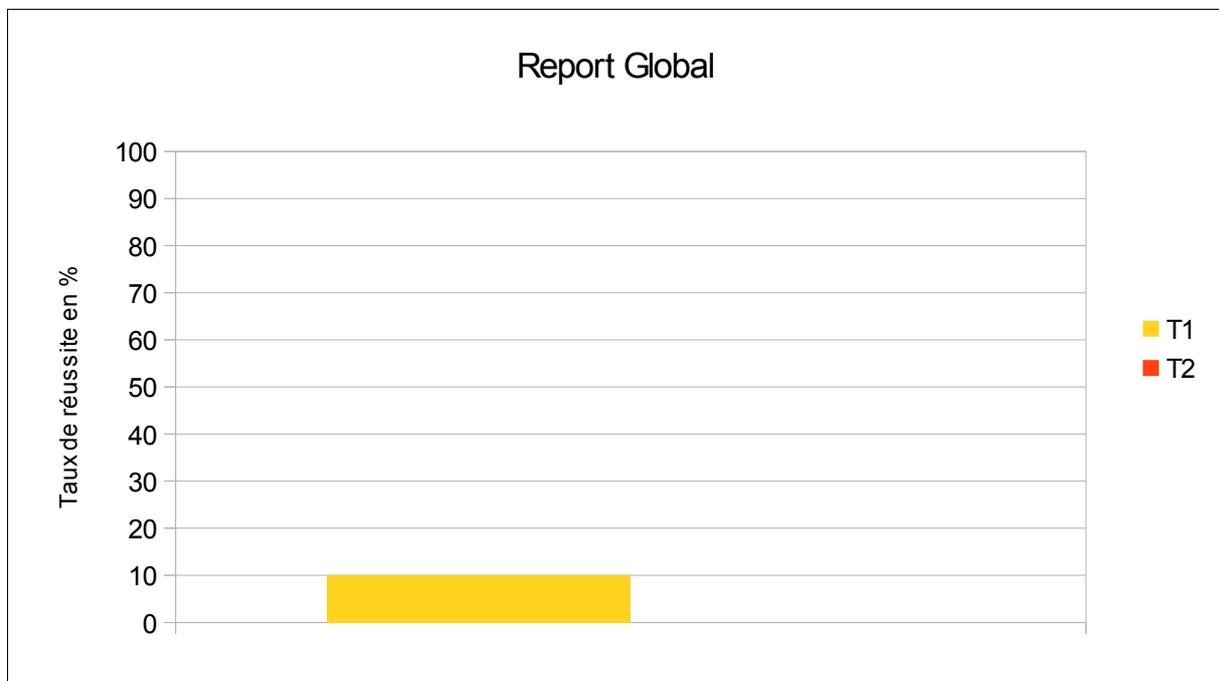
Graphique 12 : comparaison des résultats du patient 2 au subtest carte géographique entre T1 et T2

Nous observons une amélioration de l'attention sélective entre T1 et T2. En effet le patient 2 est passé du 83ème au 95ème percentile .

2.2.6 Tâche de Report global

	Nombre de séquences correctement restituées /20	Taux de réussite en %
T1	2	10
T2	0	0

Tableau 27 : Résultats obtenus par le patient 2 à la tâche de Report global à T1 et T2



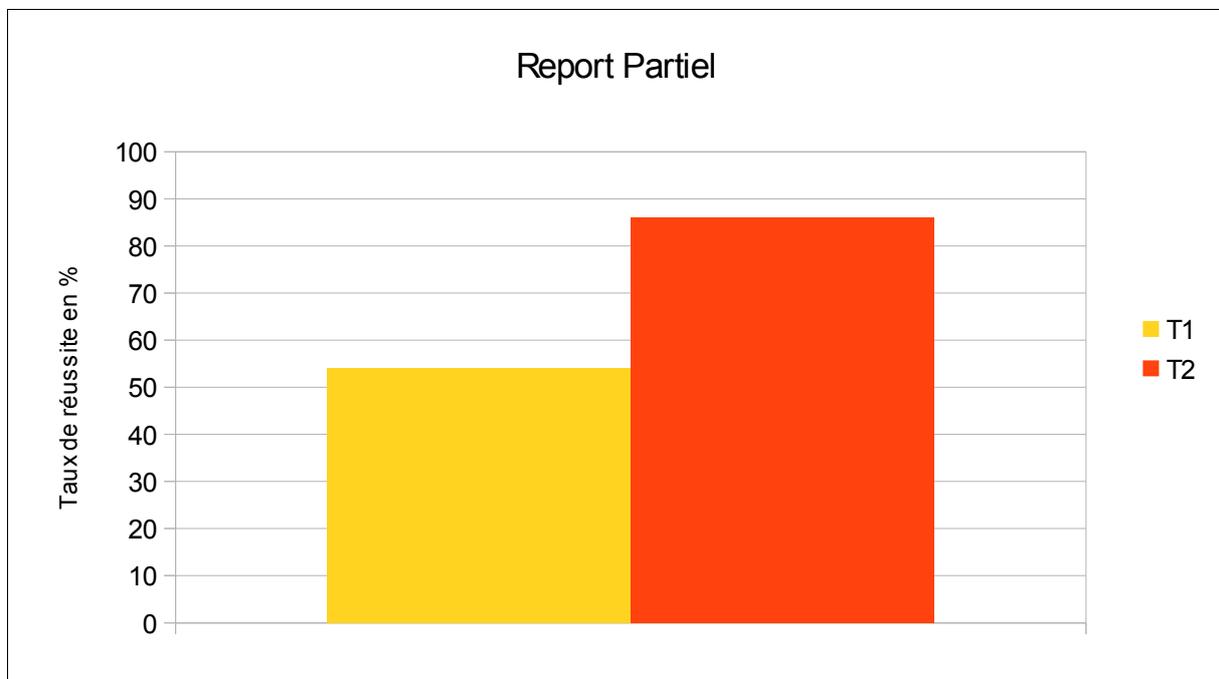
Graphique 13 : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report global entre T1 et T2

Nous observons une légère régression entre T1 et T2 ; le taux de réussite du patient est passé de 10 % à 0%.

2.2.7 Tâche de Report partiel

	Nombre de lettres correctement restituées /50	Taux de réussite en %
T1	27	54
T2	43	86

Tableau 28 : Notes obtenues par le patient 2 à la tâche de Report partiel à T1 et T2



Graphique 14 : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report partiel entre T1 et T2

Nous observons de meilleures performances à T2 qu'à T1. Le taux de réussite est passé de 54% à 86%. Cela peut s'expliquer par une meilleure distribution de l'attention.

3) Observations cliniques

La prise de contact avec la famille des deux participants de cette recherche s'est faite grâce à leurs orthophonistes respectives. Suite à la présentation du projet par téléphone et par courrier (annexe 3), les orthophonistes ont exposé l'étude aux patients répondant aux critères de recrutement. Pour cela, une lettre d'explication à destination des parents leur a été remise (annexe 4). Après acceptation du projet par l'enfant et ses parents, leurs coordonnées nous ont été transmises.

3.1 La rencontre

Nous avons rencontré les deux patients et leur famille à leur domicile. Lors de cette première rencontre, le but était de rappeler les tenants et aboutissants du projet et de commencer l'évaluation. Les deux familles ont considéré cette recherche comme un nouvel axe pouvant aider leur enfant dans ses difficultés et n'ont émis aucune réserve quant à la teneur de l'entraînement, les jeux vidéo. Les enfants ont perçu cette étude davantage comme un amusement que comme une rééducation et se sont naturellement investis dans le projet. Ce premier contact était primordial et a permis de poser le cadre de la prise en charge mais aussi de poser les bases d'un aspect fondamental, la relation de confiance.

Nous avons convenu de nous rencontrer chaque mercredi et samedi à 10h avec le patient 1, et chaque lundi et mercredi à 17h15 et 11h15 avec le patient 2.

3.2 Première évaluation

Pour le premier patient, l'évaluation fut divisée en deux temps en raison de doutes concernant le temps de passation des épreuves. Nous nous sommes installé dans une chambre où un bureau fut installé à cet effet. Nous notons un intérêt plus marqué pour les épreuves d'attention visuelle. Nous n'avons pas été dérangés au cours de la passation, nous étions seuls dans la pièce et aucune interférence n'est venue perturber la séance. Ce patient fut coopérant tout au long de la démarche et soucieux de bien faire.

Ayant une estimation plus tangible du temps de passation, une seule séance fut consacrée

au bilan pour le second patient. Installés à un bureau dans sa propre chambre, nous avons commencé l'évaluation. Ce sont les épreuves d'attention visuelle qui l'ont davantage intéressé. Nous n'avons pas été interrompus ni dérangés. Ce patient s'est montré investi et appliqué tout au long des épreuves.

3.3 Entraînement

« C'est quand qu'on commence avec les lapins crétiens ??!! », ce sont les propos tenus par le premier patient qui a dû patienter jusqu'à la troisième séance avant de pouvoir découvrir cet univers. C'est donc avec enthousiasme que nous avons démarré pour la première fois *Rayman contre les lapins crétiens* ©. Au cours des 16 sessions d'entraînement, la manipulation de la souris d'ordinateur n'a généré aucune difficulté d'ordre moteur. Il ne s'est jamais plaint de fatigue oculaire (yeux rouges, qui piquent par exemple). Sur 6 des 16 séances d'entraînement, nous observons une certaine agitation corporelle, notamment au niveau des membres inférieurs. Le calme des séances fut parfois perturbé par les aboiements des chiens de la maison. Nous avons précisé dans la description de ce patient que la pratique de jeux vidéo était une activité courante, mais nous sommes impressionnées par sa facilité de jeu.

C'est également avec entrain que nous avons entamé l'entraînement avec le second patient. La pratique du jeu a permis de soulever un aspect que nous n'avions pas envisagé ; en effet, au cours des sessions nous avons observé des difficultés de motricité fine au niveau de la manipulation de la souris, il ne parvenait pas à exécuter des double-clics ou à enchaîner des clics successifs. C'est en discutant avec lui de ce problème que nous apprenons qu'il bénéficie d'un suivi ponctuel en psychomotricité. D'autre part, nous appréhendions le déroulement des séances au niveau de son trouble oculaire ; à notre surprise, il ne s'est plaint d'une vision double que lors du premier entraînement. Nous avons alors fait une pause jusqu'à disparition du trouble. Tout au long des séances, nous n'avons pas observé d'agitation motrice mais avons rectifié à de nombreuses reprises la posture du patient devant l'écran (épaules enroulées, pieds croisés hors-sol). De manière générale, aucun événement n'est venu perturber le calme des séances.

La plupart des mini-jeux proposés par *Rayman contre les lapins crétiens* © comportent de l'action (annexe 5) ; lorsque les jeux ne proposaient pas d'action, soit nous ne validions pas le niveau, soit les patients demandaient à ce que nous le validions nous-mêmes.

3.4 Seconde évaluation

La seconde évaluation fut réalisée sur 1 seule séance pour les deux patients. L'évolution de leurs résultats est décrite et analysée dans la partie précédente. Au regard de l'entraînement proposé, les patients ne prenaient pas la mesure de l'action du jeu sur les mécanismes sous-jacents de leur dyslexie. Dès lors, ils n'ont pas considéré cet épisode comme une prise en charge paramédicale supplémentaire. Nous ne notons aucun épisode particulier au cours de ce dernier entretien.

Partie 3

DISCUSSION DES RÉSULTATS

I – SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

L'objectif général de notre recherche était de montrer l'impact positif d'un entraînement par les jeux vidéo d'action sur les capacités visuo-attentionnelles et lexiques d'enfants dyslexiques, dans le cadre d'une prise en charge orthophonique classique. Pour ce faire, nous nous sommes basées sur une étude portant sur l'effet des jeux vidéo d'action sur les capacités lexiques d'enfants dyslexiques (Franceschini et al. 2013). Afin de pouvoir proposer le jeu vidéo comme nouveau support de rééducation, nous avons réadapté la procédure de passation de l'étude princeps. Nous avons recruté deux enfants dyslexiques scolarisés en classe de CM2, de 11 et 10 ans. Nous avons testé les capacités visuo-attentionnelles et lexiques chez chacun d'entre eux avant et après l'entraînement. N'ayant pu tester de manière statistique leur évolution sur ces deux versants, nous avons procédé à une analyse descriptive des résultats.

Sur le versant attentionnel, nous avons pu mettre en évidence une amélioration de l'attention sélective par un agrandissement du champ d'exploration, une augmentation de l'empan visuo-attentionnel, ainsi qu'une meilleure distribution de l'attention, chez le patient 1. Les résultats montrent toutefois la persistance d'une lenteur de traitement. Pour le patient 2, les résultats montrent une amélioration plus marquée de l'attention sélective ainsi que des progrès au niveau de l'attention divisée et de la vitesse de traitement. Néanmoins, l'empan visuo-attentionnel reste limité.

Ces résultats tendent à montrer une progression des deux sujets sur le plan visuo-attentionnel. De ce fait, l'hypothèse selon laquelle un entraînement par les jeux vidéo d'action améliore les capacités visuo-attentionnelles des enfants dyslexiques avec trouble attentionnel est partiellement vérifiée.

Au niveau lexique, le patient 1 a progressé au niveau de la lecture de pseudo-mots et mots irréguliers et de la lecture de texte. Il n'a cependant pas évolué par rapport à la vitesse de lecture, ce qui traduit une non-automatisation de l'identification des mots écrits. Le patient 2 a progressé au niveau de la lecture de pseudo-mots et de mots réguliers, de la lecture de texte, et de la vitesse de lecture.

Ces résultats tendent à montrer une amélioration des capacités lexiques chez les deux sujets. L'hypothèse selon laquelle un entraînement par les jeux vidéo d'action améliore les capacités lexiques des enfants dyslexiques avec trouble attentionnel est partiellement vérifiée.

II – INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET LIEN AVEC LA THÉORIE

1) Épreuves visuo-attentionnelles

Les deux enfants dyslexiques de notre population présentent chacun une dyslexie développementale avec trouble attentionnel.

En première intention, les subtests *Recherche dans le ciel* et *Carte géographique* ont souligné un défaut d'attention sélective visuelle chez les deux patients.

Au cours de l'entraînement, nous avons pu observer une différence de comportement à l'égard du jeu de la part des deux sujets. Le patient 1, féru de jeux vidéo, était très rapide au niveau de la compréhension des consignes et des manipulations à réaliser, ce qui ne générait qu'une faible charge sensori-motrice. Le patient 2, moins adepte de cette activité, manifestait plus de difficultés à comprendre le but des jeux et leur exécution ; la charge sensori-motrice était plus importante dans son cas.

Après administration de l'entraînement, nous observons que les deux sujets ont progressé sur ce versant. Nous pouvons interpréter cela comme une amélioration de l'orientation de l'attention visuelle, en accord avec les études menées par Facoetti & al. et Vidyasagar & Pammer notamment (Facoetti, Trussardi, and Ruffino 2010; Vidyasagar and Pammer 2010). Le patient 2 présente une évolution positive plus marquée que le patient 1. Cette activité étant peu pratiquée par le patient 2, nous pouvons supposer que l'impact du jeu a été plus fort.

Nous avons pu mettre en évidence un défaut de la fenêtre attentionnelle chez les deux sujets par les tâches de report global et partiel à T1, mais n'avons observé un agrandissement de l'empan visuo-attentionnel que chez le patient 1.

Les résultats obtenus à la tâche de report global indiquent, chez les deux patients, une meilleure reconnaissance des lettres situées en position 1, 2 et 3 sur les deux temps d'évaluation. Ces données rejoignent l'observation de O'Regan & Jacobs selon laquelle le point de fixation optimal du regard sur un mot se situe au centre avec une légère décentration sur la gauche (O'Regan and Jacobs 1992). Toutefois, les résultats recueillis suite à la tâche de report partiel montrent un défaut de reconnaissance des lettres situées en position 1, 2 et 3 pour le patient 1, et dans chaque position pour le patient 2 lors de la première évaluation. En deuxième intention, les

résultats des deux patients s'harmonisent et le peu d'erreurs porte essentiellement sur les lettres situées en position 2 et 4. Ces observations vont dans le sens d'une étude conduite par Ducrot et al. selon laquelle les enfants dyslexiques et normo-lecteurs de même niveau traitent l'information visuelle différemment ; les dyslexiques présentent une asymétrie gauche-droite plus marquée et donc identifient plus difficilement les lettres situées en début et fin de mot (Ducrot et al. 2003). En accord avec la littérature, nous pouvons supposer que nos deux participants procèdent à un traitement visuel atypique de l'information.

D'autre part, malgré un fonctionnement particulier du traitement de l'information visuelle nous pouvons postuler une meilleure orientation de l'attention au regard de la progression des deux patients sur ce versant.

Au niveau cérébral, les résultats observés en première intention semblent traduire une sous-activation de la région occipito-temporale ventrale gauche (Cohen et al. 2003). Leur évolution laisse supposer une meilleure activation de cette zone. En accord avec le principe de plasticité cérébrale, nous pouvons supposer une augmentation des connexions neuronales entre les régions responsables de la lecture stimulées par l'entraînement administré.

Le jeu vidéo offre de nombreux stimuli et un feedback direct de ses performances au joueur, lui permettant ainsi de réadapter immédiatement sa stratégie si besoin. Selon Roelfsema & al., ce retour permanent sur les compétences favorise les apprentissages (Roelfsema, Van Ooyen, and Watanabe 2010).

Ces observations vont dans le sens des données de la littérature en se positionnant sur le caractère favorable des jeux vidéo d'action sur les habilités attentionnelles (Green and Bavelier 2003; Green and Bavelier 2012).

2) Épreuves lexiques

Globalement, le profil des deux participants est similaire sur les épreuves de lecture.

En amont, les épreuves de lecture de mots sans signification et mots irréguliers sont chutées chez les deux participants ; la lecture de mots réguliers se situe dans la moyenne. Si l'on se réfère au modèle théorique visuo-attentionnel, cela traduit un dysfonctionnement des procédures de lecture analytique et globale. La rencontre fréquente de ces items peut expliquer la réussite de lecture des mots réguliers ; ils seraient stockés dans le lexique orthographique interne et identifiés sur un mode global.

Au cours de l'entraînement, nous avons souvent observé que les deux participants ne prêtaient pas attention aux consignes. Chaque mini-jeu est précédé d'une consigne générale visuelle précisant le but du jeu, puis d'une consigne plus précise décrivant la ou les différentes manipulations à réaliser (annexe 5). Nous précisons que ces indications sont très courtes et utilisent un langage simplifié. Régulièrement, les deux participants ne savaient pas comment agir une fois le mini-jeu commencé ; cela n'entravait pas le déroulement de l'activité mais suppose soit un problème de compréhension soit une conduite d'évitement devant les situations requérant la lecture.

Après administration de l'entraînement, les deux patients ont amélioré leurs performances en lecture de pseudo-mots et de mots irréguliers. Cette progression va dans le sens d'une meilleure efficacité des voies de lecture analytique et globale. Le patient 2 a rejoint la moyenne attendue pour son niveau scolaire en lecture de mots irréguliers, ce qui suppose l'efficacité de la procédure globale de lecture.

Comme pour la lecture de mots, la lecture de texte est chutée chez les deux participants avant administration de l'entraînement. En effet, les procédures de lecture ne sont pas automatisées, ce qui les pénalise sur le plan de la vitesse de traitement des informations visuelles. Lors de la seconde évaluation, les résultats montrent une progression des deux sujets sur cette épreuve ; cela suppose une meilleure utilisation des deux voies de lecture.

Cette amélioration générale de la lecture, et particulièrement la lecture de texte, peut être interprétée par une meilleure extraction des informations visuelles lors des saccades et fixations

oculaires.

L'unique dissymétrie des résultats entre les deux patients se situe au niveau de l'épreuve de lecture en une minute. Les résultats ne montrent aucune évolution du patient 1 entre T1 et T2, ce dernier ayant privilégié la précision à la rapidité de lecture au cours des deux passations, et ce malgré l'entraînement. Cette lenteur traduit la non automatisation de l'identification de la forme écrite des mots. Le patient 2 a amélioré sa vitesse de traitement grâce à un début d'automatisation de reconnaissance de la forme écrite des mots ; cela sous-tend un enrichissement de son lexique orthographique interne.

Conformément aux descriptions de S.Franceschini & al., notre échantillon présente une amélioration de la qualité et de la vitesse de lecture suite à un entraînement par les jeux vidéo d'action (Franceschini et al. 2013).

3) Lien entre progrès visuo-attentionnels et lexiques

La littérature décrit les dysfonctionnements visuo-attentionnels comme un trouble cognitif sous-jacent à la dyslexie (Valdois et al. 2003; Valdois, Bosse, and Tainturier 2004). Dans notre recherche, peut-on supposer que les capacités lexiques ont évolué grâce à une amélioration des aptitudes visuo-attentionnelles ? La restriction de notre échantillon ne permet pas de lier statistiquement ces deux composantes, ni d'établir de corrélation. En revanche, S.Franceschini & al., en procédant à l'analyse du lien entre lecture et attention, ont déterminé que 50% de leurs sujets avaient progressé au niveau lexique par l'amélioration de leurs habiletés attentionnelles (Franceschini et al. 2013; Franceschini et al. 2012).

Au niveau cérébral, l'amélioration des capacités visuo-attentionnelles sous-tend une meilleure activation de la zone occipito-temporale ventrale gauche (Cohen et al. 2003) se traduisant sur le plan fonctionnel par une meilleure reconnaissance de la forme visuelle des mots. Cela porte à croire que l'amélioration des capacités lexiques est imputable à l'amélioration de l'attention visuelle (orientation, focalisation, distribution).

III – LIMITES DE NOTRE ÉTUDE

De manière générale, les résultats de cette étude sont à nuancer.

1) Échantillon de population

Les résultats de cette étude portent sur l'évaluation de deux patients. La restriction de notre échantillon n'a donc pas permis de réaliser une étude statistique. La validation de nos hypothèses repose uniquement sur une analyse descriptive. Une étude menée sur un plus grand nombre de participants aurait peut-être dégagé d'autres conclusions.

2) Rééducation orthophonique en parallèle

Dans des conditions idéales il aurait fallu que les deux rééducations soient strictement les mêmes pendant tout le temps qu'a duré l'entraînement. Nous savons que les composantes attentionnelles n'ont pas été spécifiquement entraînées. Cependant, le patient est abordé dans sa globalité et les capacités de plasticité cérébrale peuvent permettre un transfert de compétences à partir des éléments de rééducation abordés dans la prise en charge orthophonique suivie en parallèle.

3) Présence de troubles associés

En regard des difficultés rencontrées à recruter notre population, nous avons proposé cette étude à deux enfants dyslexiques présentant pour l'un, un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité, pour l'autre, un trouble de l'audition centrale.

Par définition, la symptomatologie d'un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) regroupe hyperactivité motrice, impulsivité et inattention. Le composant attentionnel est impacté tant sur le mode d'entrée auditif que visuel (Purper-Ouakil et al. 2006). Cela expliquerait les difficultés du patient 1 tant d'un point de vue visuo-attentionnel que lexique. D'autre part, nous rappelons que nous avons toujours rencontré le patient 1 sous l'effet de son traitement contre le TDA/H. A ce titre, nous nous interrogeons sur l'effet potentiel de ce médicament sur l'entraînement administré.

Un trouble de l'audition centrale se caractérise par une atteinte de la perception auditive du sujet, ayant des répercussions sur la localisation et la latéralisation des sons, la discrimination auditive et la reconnaissance de patrons auditifs. Cette atteinte de l'attention auditive limite la capacité de la mémoire auditivo-verbale et entrave le fonctionnement de l'attention sélective et soutenue (Bellis et Ferre 1999).

La présence de ces troubles associés ayant des répercussions sur l'attention a pu biaiser nos résultats.

4) Protocole d'évaluation de l'empan visuo-attentionnel

Nous avons choisi de reproduire les épreuves de report global et partiel élaborées par S.Valdois afin d'avoir une idée de l'empan visuo-attentionnel de nos participants, et pour être en accord avec notre modèle théorique de référence, le modèle multitraces.

C'est à l'aide du logiciel de présentation Openoffice® que nous avons mis au point cette tâche. Ces épreuves nécessitent l'apparition rapide de séquences et d'indices visuels pendant un temps d'apparition inférieur à 250 millisecondes. Ce logiciel propose seulement des temps d'apparition de 0 ou 500 millisecondes. Le bon sens porte à croire que le temps de 0 milliseconde ne peut convenir, mais après avoir testé les deux possibilités sur une personne adulte, nous nous sommes rendu compte que cet intervalle proposait un temps d'apparition supérieur mais nous ne pouvions pas savoir exactement à quel temps il correspondait. Nous avons choisi le temps de 0 milliseconde tout en émettant des réserves quant au temps réel d'apparition.

5) Lunettes à prismes

Au cours de l'entraînement, plus précisément à la 9ème séance sur 16, des lunettes à prismes ont été prescrites au patient 1. Mais qu'est-ce que des lunettes à prismes et pourquoi ?

Les dyslexiques ont une perception de l'espace particulière. Par exemple, sur la consigne : « fermez les yeux et imaginez un objet », une personne sans dyslexie conceptualisera le plus souvent l'objet suivant une configuration à plat et sous un certain angle, alors qu'un dyslexique est capable de se représenter l'objet selon différents points de vue de façon simultanée, comme s'il

percevait l'image en trois dimensions. L'étude de leur comportement visuel indique qu'ils localisent les objets dans l'espace d'une manière différente (Vidyasagar et Pammer 2010; Quercia, Robichon et Da Silva 2004). Cette particularité serait imputable à un défaut proprioceptif. Le professeur en ophtalmologie Orlando Alves Da Silva décrit qu'une modification de la proprioception des yeux stimulerait les muscles oculaires et permettrait ainsi de modifier la perception spatiale des dyslexiques (Quercia et al. 2005). Ce concept se matérialise sous la forme de lunettes particulières contenant des prismes. Cet instrument agit de sorte que la lumière perçue par l'œil est légèrement déviée, faisant croire au cerveau que l'objet perçu n'est pas situé où il se trouve réellement .

Dès lors, nous ne pouvons pas savoir quelle est la part de responsabilité de ces nouvelles lunettes dans l'amélioration des capacités visuo-attentionnelles de ce patient.

IV – PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Pour aller plus loin, il nous paraît intéressant de poursuivre les investigations selon cet axe de recherche pour approfondir le sujet. Un meilleur recrutement axé sur plusieurs profils de dyslexie (phonologique, de surface, visuo-attentionnelle) favoriserait une analyse plus fine des résultats et permettrait de dégager des conclusions plus tangibles. Nous pourrions également comparer l'évolution des capacités lexiques de patients dyslexiques suivant un entraînement visuo-attentionnel par les jeux vidéo d'action, à l'évolution des capacités lexiques de patients dyslexiques suivant une rééducation visuo-attentionnelle plus classique (tâche de barrage de cibles par exemple). Nous pourrions également réadapter la procédure d'entraînement de l'étude princeps à 30 minutes par séance.

Jusqu'en mars 2014, aucun outil ne permettait d'évaluer quantitativement et qualitativement l'impact d'un trouble visuo-attentionnel sur la dyslexie. Créé par l'équipe du Laboratoire de psychologie et neurocognition de Grenoble (S.Valdois, E. Guinet, P. Mendès-France, J.L. Embs M.L. Bosse, C. Peyrin), l'outil « Evadys-Coreva » propose un diagnostic et une remédiation des troubles de l'empan visuo-attentionnel. Il est le premier outil validé permettant de porter un regard objectif sur ce trouble dans un contexte de dyslexie.

V – APPORT DE NOTRE ÉTUDE À LA PRATIQUE ORTHOPHONIQUE

Malgré la restriction de notre échantillon, notre étude va dans le sens des théories déjà émises quant à l'implication d'un trouble visuo-attentionnel dans certaines formes de dyslexie développementale. Cela souligne l'importance de la prise en charge de ce versant dans le projet thérapeutique de ces patients.

Alors que l'idée d'une remédiation visuo-attentionnelle par les jeux vidéos dans le cadre des apprentissages émerge depuis le début des années 2000, la France ne s'est pas encore positionnée sur la question. Nous espérons que ce mémoire de recherche ne soit que le début des investigations dans ce domaine.

En orthophonie, le fait de pouvoir proposer les jeux vidéo d'action comme support de rééducation visuo-attentionnelle dans le cadre de la dyslexie se distingue par son esprit actuel et attractif. Malgré les idées négatives qu'ils véhiculent (Bavelier 2012), les bienfaits qu'ils peuvent apporter au niveau cognitif sont avérés (Franceschini et al. 2013; Green and Bavelier 2012; Dye, Green, and Bavelier 2009; Green and Bavelier 2003). Nous avons pu montrer à notre échelle que ce type d'entraînement était non seulement profitable à l'enfant dyslexique, mais qu'il était réalisable dans le cadre d'une séance de 45 minutes. D'un point de vue matériel, cela requiert un ordinateur, généralement présent de facto dans un cabinet, et des jeux vidéos d'action version CD-ROM dont le prix varie entre 10 euros et 50 euros. En moyenne, le coût d'un logiciel de rééducation orthophonique s'élève à une centaine d'euros. L'achat d'un jeu vidéo sera moins onéreux.

CONCLUSION

Ce mémoire avait pour objet de montrer l'influence d'une rééducation visuo-attentionnelle par les jeux vidéo sur les capacités lexiques de deux enfants dyslexiques, en s'inscrivant dans un temps adapté à la prise en charge orthophonique.

Afin de mener à bien cette étude, nous avons proposé des épreuves d'évaluation de l'attention visuelle et de la lecture avant et après l'administration d'un entraînement par le jeu vidéo *Rayman contre les lapins crétiens* ©. L'analyse des résultats a fait ressortir une amélioration des performances sur ces deux versants, et a permis de vérifier l'hypothèse selon laquelle la pratique de jeux vidéos d'action améliore les capacités visuo-attentionnelles, la précision et la vitesse de lecture des enfants dyslexiques. Les résultats de ce travail de recherche suivent les données théoriques qui décrivent l'importance du traitement visuo-attentionnel dans la reconnaissance des mots écrit (Ans, Carbonnel et Valdois 1998) et l'apport bénéfique du jeu vidéo dans les apprentissages (Franceschini et al. 2013; Franceschini et al. 2012; Green et Bavelier 2012; Dye, Green et Bavelier 2009; Green et Bavelier 2003). D'un point de vue fonctionnel, cette amélioration se traduit par un meilleur traitement de la forme globale des mots écrits. Cette étude montre qu' une rééducation de l'attention visuelle par des jeux vidéo est possible et bénéfique pour un enfant dyslexique. Cependant, notre échantillon par sa taille et sa qualité, ne nous permet pas de valider de façon statistique notre hypothèse.

Notre recherche, probablement un peu atypique, a permis d'une part de confirmer l'importance de la prise en charge du versant attentionnel chez certains enfants dyslexiques, et d'autre part de faire émerger la pertinence d'un nouvel outil de remédiation, le jeu vidéo.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Aghababian V. et Nazir T. (2000). "Developing Normal Reading Skills: Aspects of Visual processes Underlying Word Recognition." *Journal of Experimental Child Psychology*, no. 76: 123–150.
- 2) Ans B., Carbonnel S. et Valdois S. (1998). "A Connectionist Multiple-Trace Memory Model for Polysyllabic Word Reading." *Psychological Review* 105 (4): 678–723.
- 3) Asso, American Psychiatric. (2003). *DSM-IV-TR Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux : Texte révisé. Édition : 2e.* Issy-les-Moulineaux: Editions Masson.
- 4) Azouvi P., Couillet J., Leclercq M. et Moroni C. (2002). *La neuropsychologie de l'attention.* Groupe de Boeck.
- 5) Bavelier D. (2012). *Your Brain on Video Games.* <http://www.ted.com>
- 6) Bellis T-J. et Ferre J-M. (1999). "Multidimensional Approach to the Differential Diagnosis of Central Auditory Processing Disorders in Children." *Journal of the American Academy of Audiology* 10 (6): 319–328.
- 7) Bosse M-L., Tainturier M-J. et Valdois S. (2007). "Developmental Dyslexia: The Visual Attention Span Deficit Hypothesis." *Cognition*, no. 107: 198–230.
- 8) Brault Foisy L-M. (2013). *Recherches en Neuroéducation : Étudier Comment Le Cerveau Apprend À Lire et À Compter.* <http://www.associationneuroeducation.org>
- 9) Chevrier-Muller C., Simon A-M. et Fournier F. (1997). *Batterie Langage Oral Langage Écrit Mémoire Attention.* Centre de psychologie appliquée.
- 10) Cohen L., Martinaud O., Lemer C., Lehericy S., Samson Y., Obadia M., Slachevsky A. et Dehaene S. (2003). "Visual Word Recognition in the Left and Right Hemispheres: Anatomical and

Functional Correlates of Peripheral Alexias.” *Cerebral Cortex* (New York, N.Y.: 1991) 13 (12): 1313–1333.

- 11) Coltheart M. (1978). “Lexical Access in Simple Reading Task.” In *Strategies of Information Processing*, 151–216. G. Underwood.
- 12) Coltheart M., Rastle K., Perry C., Langdon R. et Ziegler J. (2001). “DRC: A Dual Route Cascaded Model of Visual Word Recognition and Reading Aloud.” *Psychological Review* 108 (1): 204–256.
- 13) Dubois M., Kyllingsbaek S., Prado C., Musca S-C., Peiffer E., Lassus-Sangosse D. et Valdois S. (2010). “Fractionating the Multi-Character Processing Deficit in Developmental Dyslexia: Evidence from Two Case Studies.” *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 46 (6): 717–738.
- 14) Ducrot S., Sprenger-Charolles L., Lété B., Pynte J. et Billard C. (2003). “The Optimal Viewing Position Effect in Beginning and Dyslexic Readers.” *Current psychology letters. Behaviour, brain & cognition*, no. 10, Vol. 1.
- 15) Dye M-W.G., Green C-S. et Bavelier D. (2009). “Increasing Speed of Processing With Action Video Games.” *Current Directions in Psychological Science* 18 (6): 321–326.
- 16) Facoetti A., Trussardi A.N. et Ruffino M. (2010). “Multisensory Spatial Attention Deficits Are Predictive of Phonological Decoding Skills in Developmental Dyslexia.” *Journal of Cognitive Neurosciences*, no. 22: 1011–1025.
- 17) Farid M. et Grainger J. (1996). “How Initial Fixation Position Influences Visual Word Recognition: A Comparison of French and Arabic.” *Brain and Language* 53 (3): 351–368.
- 18) Franceschini S., Gori S., Ruffino M., Pedrolli K. et Facoetti A. (2012). “A Causal Link between Visual Spatial Attention and Reading Acquisition.” *Current Biology* 22: 814–819.

- 19) Franceschini S., Gori S., Ruffino M., Viola S., Molteni M. et Facoetti A. (2013). "Action Video Games Make Dyslexic Children Read Better." *Current Biology* 23 (6): 462–466.
- 20) Gabrieli J.D-E. (2009). "Dyslexia: A New Synergy between Education and Cognitive Neuroscience." *Science (New York, N.Y.)* 325 (5938): 280–283.
- 21) Goigoux R. (2003). "Comment organiser et planifier l'enseignement de la lecture aux différentes étapes de la scolarité primaire ? Comment doser les différentes composantes de cet ensemble ? Quelle est la pertinence des diverses méthodes ?"
- 22) Green C-S. et Bavelier D. (2012). "Learning, Attentional Control, and Action Video Games." *Current Biology: CB* 22 (6): R197–206.
- 23) Green C-S. et Bavelier D. (2003). "Action Video Game Modifies Visual Selective Attention." *Nature* 423 (6939): 534–537.
- 24) Green C-S., Pouget A. et Bavelier D. (2010). "Improved Probabilistic Inference as a General Learning Mechanism with Action Video Games." *Current Biology*, no. 20 (September): 1573–1579.
- 25) Hécaen H. (1976). "Les Problèmes Des Localisations Lésionnelles Des Alexies." *Langages* 10 (44): 111–117.
- 26) Inserm, Institut national de la santé et de la recherche médicale. 2007. *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : Bilan des données scientifiques*. Les éditions Inserm.
- 27) Jacquier C. (2008). "Étude d'indices acoustiques dans le traitement temporel de la parole chez des adultes normo-lecteurs et des adultes dyslexiques." Mémoire. Lyon: Univ. Lumière Lyon 2.
- 28) Jacquier Roux M., Lequette C., Pouget G., Valdois S. et Zorman M. (2010). *Batterie Analytique du Langage Ecrit*. Université Pierre Mendès France, Grenoble.

- 29) James W. (1950). *The Principles of Psychology*, Vol. 1. Réimprimer édition. New York: Dover Publications.
- 30) Khoms A. (1999). *Épreuve D'évaluation de La Compétence En Lecture*. Ecpa.
- 31) Lallier M., Donnadieu S., Berger C. et Valdois S. (2010). "A Case Study of Developmental Phonological Dyslexia: Is the Attentional Deficit in the Perception of Rapid Stimuli Sequences Amodal?" *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 46 (2): 231–241.
- 32) Layes S. (2009). "La dyslexie développementale." *Le Journal des psychologues* n° 271 (8): 44–47.
- 33) Leclercq M. et Peters J-P. (2007). *Batterie D'attention William Lennox 4.0*.
- 34) Manly T., Robertson I.H. , Anderson V. et Mimmo-Smith I. (2004). *Test d'Evaluation de L'Attention Chez L'enfant*. Ecpa.
- 35) McClelland J.L. (1999). "Vers Une Convergence Entre Symbolistes et Connexionnistes." In *Le Cerveau et La Pensée: La Révolution Des Sciences Cognitives*, Paris: éditions Sciences humaines, 37–38.
- 36) O'Regan J.K. et Jacobs A-M. (1992). "Optimal Viewing Position Effect in Word Recognition: A Challenge to Current Theory." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 18 (1): 185–197.
- 37) Parasuraman R. (2000). "Brain System of Vigilance." In *The Attentive Brain*, Bradford Book, 221–23.
- 38) Pelli D-G., Burns C-W., Farell B. et Moore-Page D-C. (2006). "Feature Detection and Letter Identification." *Vision Research* 46 (28): 4646–4674.

- 39) Peña M., Maki A., Kovačić D., Dehaene-Lambertz G., Koizumi H., Bouquet F. et Mehler J. (2003). "Sounds and Silence: An Optical Topography Study of Language Recognition at Birth." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (20): 11702–11705.
- 40) Petersen S-E. et Posner M-I. (2012). "The Attention System of the Human Brain: 20 Years after." *Annual Review of Neuroscience* 35: 73–89.
- 41) Peterson R-L. et Pennington B-F. (2012). "Developmental Dyslexia." *Lancet* 379 (9830): 1997–2007.
- 42) Peyrin C., Lallier M., Démonet J-F., Pernet C., Baciou M., Le Bas J-F. et Valdois S. (2012). "Neural Dissociation of Phonological and Visual Attention Span Disorders in Developmental Dyslexia: fMRI Evidence from Two Case Reports." *Brain and Language* 120 (3): 381–94.
- 43) Purper-Ouakil D., Wohl M., Cortese S., Michel G. et Mouren M-C. (2006). "Le Trouble Déficitaire de L'attention–hyperactivité (TDAH) de L'enfant et de L'adolescent." *Annales Médico Psychologiques*, no. 164: 63–72.
- 44) Quercia P., Robichon F. et Da Silva O-A. (2004). *Dyslexie de developpement et proprioception Approche clinique et thérapeutique* Patrick. Édition : Association graine de lecteur.
- 45) Quercia P., Seigneuric A., Chariot S., Vernet P., Pozzo T., Bron A., Creuzot-Garcher C. et Robichon F. (2005). "Proprioception Oculaire et Dyslexie de Développement." *J.Fr Ophtalmol*, 713–723.
- 46) Rayner K. (1998). "Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research." *Psychological Bulletin*, no. 124: 372–422.
- 47) Roelfsema P-R., Van Ooyen A. et Watanabe T. (2010). "Perceptual Learning Rules Based on Reinforcers and Attention." *Trends in Cognitive Sciences* 14 (2): 64–71.

- 48) Seron X., Coyette F., Deloche G., Frederix M. et Hirsbrunner T. (1985). "Groupe Zorglub : Programmes de Tests D'attention et D'héminégligence." Fascicule de normalisation. Monographie.
- 49) Shovman M-M. et Ahissar M. (2006). "Isolating the Impact of Visual Perception on Dyslexics' Reading Ability." *Vision Research* 46 (20): 3514–3525.
- 50) Sprenger-Charolles L. et Colé P. (2013). *Lecture et dyslexie* - Dunod. 2^e édition. Paris: Dunod.
- 51) Strong G-K., Torgerson C-J., Torgerson D. et Hulme C. (2011). "A Systematic Meta-Analytic Review of Evidence for the Effectiveness of the 'Fast ForWord' Language Intervention Program." *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines* 52 (3): 224–35.
- 52) Tiberghien G. (2007). *Psychologie cognitive: Tome 1, L'adulte*. Editions Bréal.
- 53) Valdois S. et Bosse M.L.. (2002). "Université d'automne « La dyslexie à l'École » - Lecture de mots et dyslexie : approche cognitive - Éduscol."
- 54) Valdois S. (2008). "Dyslexies Développementales: Théorie de L'empan Visuo-Attentionnel." *ANAE: Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez L'enfant* 20 (96-97): 15–21.
- 55) Valdois S. (2010). "Evaluation des difficultés d'apprentissage de la lecture." *Revue française de linguistique appliquée* Vol. XV (1): 89–103.
- 56) Valdois S., Bosse M-L., Ans B., Carbonnel S., Zorman M., David D. et Pellat J. (2003). "Phonological and Visual Processing Deficits Can Dissociate in Developmental Dyslexia: Evidence from Two Case Studies." *Reading and Writing* 16 (6): 541–72.
- 57) Valdois S., Bosse M-L. et Tainturier M-J. (2004). "The Cognitive Deficits Responsible for Developmental Dyslexia: Review of Evidence for a Selective Visual Attention Disorder." *Dyslexia* 10: 339–363.

- 58) Vidyasagar T-R. et Pammer K. (2010). "Dyslexia: A Deficit in Visuo-Spatial Attention, Not in Phonological Processing." *Trends in Cognitive Sciences* 14 (2): 57–63.
- 59) Walch J-P., Valdois S. et Marendaz C. (1996). "Dyslexie Développementale et Attention Visuo-Spatiale." *L'année Psychologique* 96 (2): 193–224.
- 60) West G-L., Stevens S-A., Pun C. et Pratt J. (2008). "Visuospatial Experience Modulates Attentional Capture: Evidence from Action Video Game Players." *Journal of Vision* 8 (16): 13.1–9.
- 61) Yeshurun Y. et Rashal E. (2010). "Precueing Attention to the Target Location Diminishes Crowding and Reduces the Critical Distance." *Journal of Vision* 10 (10): 16.
- 62) Ziegler J-C., Pech-Georgel C., Dufau S. et Grainger J. (2010). "Rapid Processing of Letters, Digits and Symbols: What Purely Visual-Attention Deficit in Developmental Dyslexia?" *Developmental Science* 13 (4): F8–F14.
- 63) Zimmermann P. et Fimm B. (1994). *Test d'Evaluation de L'attention, Version 1.02*. Herzogenrath: Psytest.
- 64) Zorzi M., Barbiero C. et Facoetti A. (2012). "Extra-Large Letter Spacing Improves Reading in Dyslexia." *Proceedings of the National Academy of Science* 109 (28): 11455–59.

Sites Internet

65) <http://lecerveau.mcgill.ca>

66) <http://raymanpc.com>

67) <http://tecfa.unige.ch>

68) <http://wax-science.fr>

69) <http://www.cehjournal.org>

70) <http://www.cndp.fr>

71) <http://www.dft-france.fr>

72) <http://www.dyslexieenorthopsie.e-monsite.com>

73) <http://www.gehan-kamachi.net>

74) <http://www.jeuxvideo.org>

75) <http://www.larousse.fr>

76) <http://www.livewii.fr>

77) <http://www.mot-a-mot.com>

ANNEXES

ANNEXE 1 : Feuille de route

ANNEXE 2 :
Tâche de Report Global et Partiel

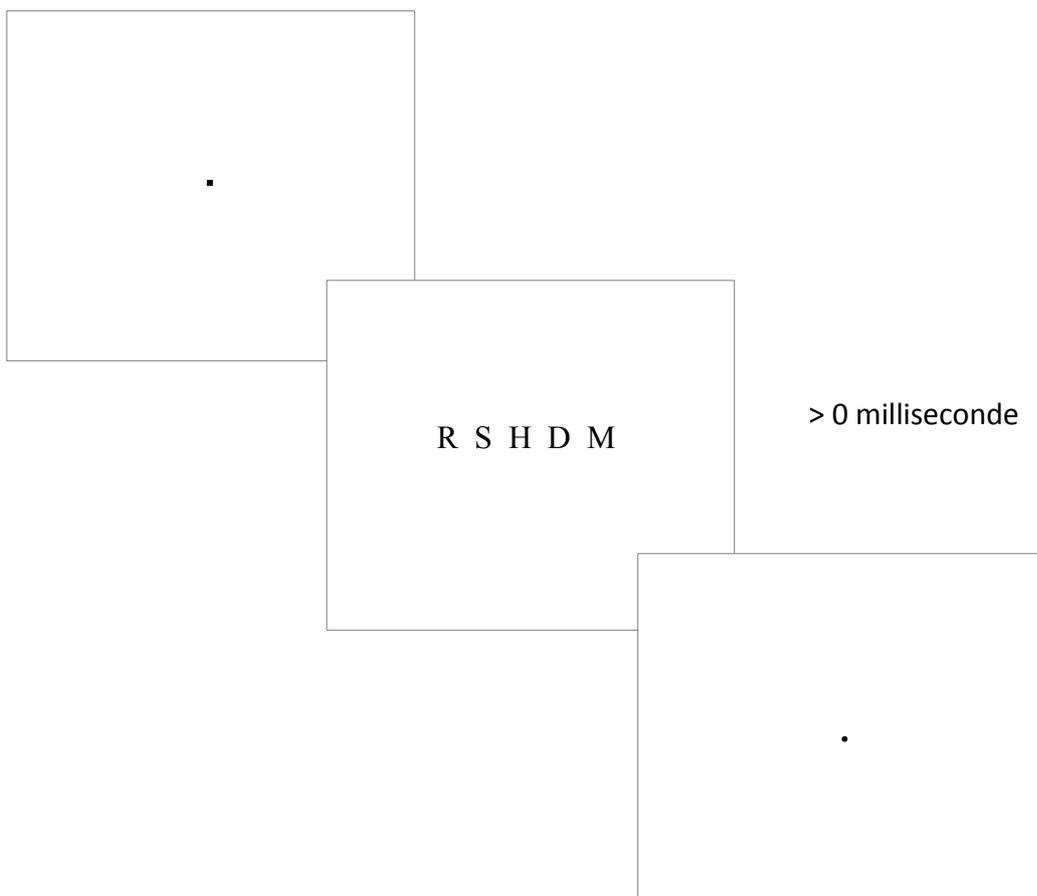
Report Global

Consignes :

« Tu vas voir apparaître plusieurs séries de 5 lettres au centre de l'écran, je te demanderai de me les redonner à l'oral juste après. Tu as compris ?

Le temps d'apparition des lettres est très court; pour t'habituer on va commencer avec deux exemples. »

Exemple :



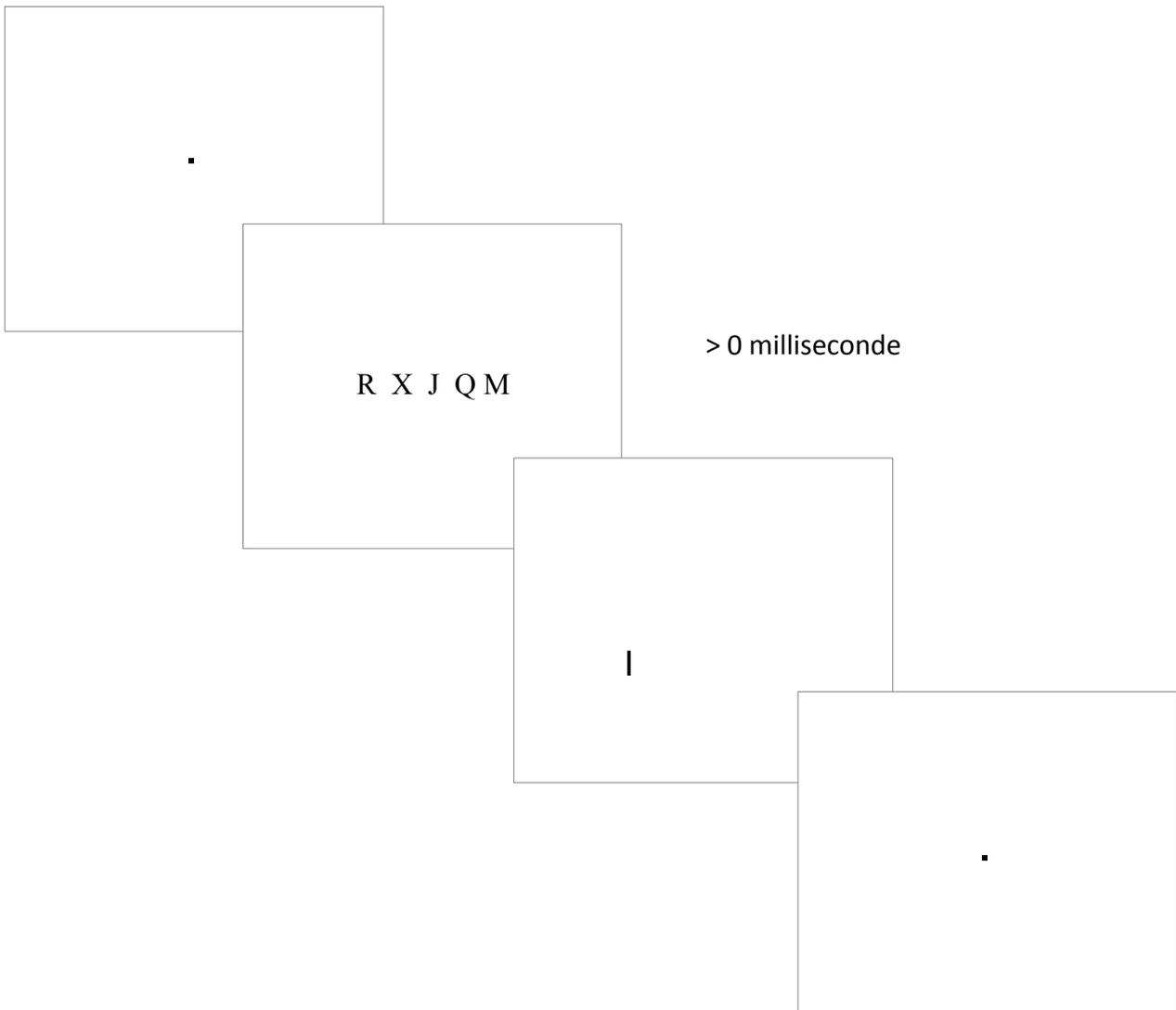
Report partiel

Consignes :

« Tu vas voir apparaître plusieurs séries de 5 lettres au centre de l'écran ; après chaque série, je te demanderais de me redonner une seule lettre à l'oral ; une barre apparaîtra sous cette lettre pour que tu puisses la reconnaître. Tu as compris ?

Comme pour l'épreuve précédente (RG), le temps d'apparition des lettres puis de la petite barre est très court; pour t'habituer, on va commencer avec deux exemples. »

Exemple :



Annexe 3 : Courrier adressé aux orthophonistes

MELLOR Caroline
22 rue Gutenberg
33130 Bègles
caroline.mellor90@gmail.com
06.17.18.23.48

A Bègles, le

Madame, monsieur,

Actuellement en 4ème année au département d'orthophonie de Bordeaux, je travaille à l'élaboration de mon mémoire de fin d'études et vous contacte à ce sujet.

Ce projet fait suite à une étude récente menée par Sandro Franceschini et vise la rééducation visuo-attentionnelle par les jeux vidéo dans la prise en charge de la dyslexie.

J'attends in fine une amélioration des capacités visuo-attentionnelles puis lexiques chez des patients dyslexiques.

Cette étude se déroulera en 3 étapes :

- 1) Évaluation initiale du niveau de lecture (précision et rapidité), de l'attention visuelle et si possible de l'empan visuo-attentionnel.
- 2) Prise en charge à domicile : 16 séances de 45 minutes du jeu « Rayman contre les lapins crétins » sur CD-ROM (jeu utilisé dans l'étude princeps). 2 séances hebdomadaires.
- 3) Réévaluation du niveau de lecture, de l'attention visuelle et si possible de l'empan visuo-attentionnel.

Je recherche pour cela 5 à 10 patients dyslexiques avec composante attentionnelle, de 8 à 11 ans (CE2 à CM2), sans dyspraxie ni prise en charge orthoptique en cours et ayant le français comme langue maternelle.

Ce travail est fait à titre gratuit et sera mené au domicile du patient en fonction des possibilités de la famille. Il ne remplacera pas la prise en charge orthophonique déjà en place.

Si certains de vos patients correspondent à ce profil, je vous serais reconnaissante de bien vouloir me contacter.

Je reste à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire.

Je vous remercie par avance de l'attention que vous porterez à ce courrier et vous assure mes sentiments les plus respectueux.

Caroline Mellor

Annexe 4 : Lettre destinée aux parents

MELLOR Caroline

22 rue Gutenberg
33130 Bègles
caroline.mellor90@gmail.com
06.17.18.23.48

A Bègles, le 28 octobre 2013

Madame, Monsieur, (à voir)

Actuellement en 4^{ème} année au département d'orthophonie de Bordeaux, je travaille à l'élaboration de mon mémoire de fin d'études et vous sollicite à ce sujet.

Ce projet fait suite à une étude récente sur la rééducation attentionnelle par les jeux vidéo dans la prise en charge de la dyslexie.

J'attends une amélioration des capacités attentionnelles puis lexiques chez des patients dyslexiques.

Cette étude se déroulera en 3 étapes :

- 1) Évaluation initiale du niveau de lecture.
- 2) Prise en charge à domicile : 16 séances de 45 minutes du jeu « Rayman contre les lapins crétiens » sur CD-ROM (jeu utilisé dans l'étude princeps de Sandro Franceschini). 2 séances hebdomadaires.
- 3) Réévaluation du niveau de lecture.

Je recherche pour cela entre 5 et 10 patients présentant une dyslexie avec composante attentionnelle, âgés de 8 à 11 ans, sans dyspraxie ni prise en charge orthoptique en cours, et ayant pour langue maternelle le français.

Ce travail sera mené à titre gratuit au domicile du patient en fonction des possibilités de la famille et ne remplacera pas la prise en charge orthophonique déjà en place.

Dans le meilleur des cas, les patients verront leur niveau de lecture s'améliorer. Ils ne pourront en aucun cas régresser.

Je reste à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire.

Je vous remercie par avance de l'attention que vous porterez à ce courrier et vous assure mes sentiments les plus respectueux.

Caroline Mellor

Annexe 5 : *Rayman contre les lapins crétins* ©, exemples de mini-jeux d'action

HISTOIRE ET BUT DU JEU



(<http://raymanpc.com>)

Rayman pique-nique tranquillement avec ses amis Globox lorsqu'une horde de lapins crétins, venus d'on ne sait où sous terre, décident d'envahir sa paisible planète. Rayman et les globox se font capturer. Tel un gladiateur, Rayman devient leur esclave et est tenu de les divertir. Pour parvenir à s'évader et à rendre leur liberté aux globox, Rayman va devoir devenir l'idole des lapins crétins en réussissant toutes les épreuves qu'on lui propose...

« Les lapins ont participé à la conquête de l'ouest »



<http://www.jeuxvideo.org>

Consigne

SAUVE LE BÉBÉ GLOBOX

Souris : Utilise la souris pour viser. Clique sur le bouton gauche de la souris pour tirer. Quand tu approches d'un lapin et que ton viseur change, clique sur le bouton droit de la souris pour l'attraper. Déplace le curseur en dehors de l'écran pour recharger.

« Les lapins sont accrocs au jus de carotte »



<http://www.livewii.fr>

Consigne

REMPLE LES MASQUES DES PLONGEURS PENDANT 00'01'10

Souris : Vise les masques avec la souris. Clique sur le bouton gauche de la souris de manière répétée pour pomper du jus de carotte.

Clavier : Si tu n'y arrives pas, pompe le jus en appuyant sur la barre d'espace ou demande à un autre joueur de le faire.

« Les lapins ne ferment jamais la porte »



(<http://www.livewii.fr>)

Consigne

BLOQUE-LES DANS LES TOILETTES PENDANT 00'00'45

Souris : Vise les toilettes avec la souris. Maintiens enfoncé le bouton gauche de la souris pour claquer la porte.

Clavier : Si tu n'y arrives pas, claque les portes en appuyant sur la barre d'espace, ou demande à un autre joueur de la faire.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

1) Liste des figures

<u>Figure 1</u> : Schéma de l'activité de lecture selon Roland Goigoux (http://www.cndp.fr)	5
<u>Figure 2</u> : les principales structures du cerveau (http://www.dft-france.fr)	7
<u>Figure 3</u> : les régions cérébrales responsables de la parole (http://lecerveau.mcgill.ca)	8
<u>Figure 4</u> : caractéristiques du système visuel (“Wax Science” 2014)	10
<u>Figure 5</u> : Exemple de déplacements oculaires au cours de la lecture (http://www.dyslexieenorthoptie.e-monsite.com)	11
<u>Figure 6</u> : Réseau connexionniste du traitement lexical (d'après Seidenberg et McClelland, 1989, et Plaut, 1996)	13
<u>Figure 7</u> : Représentation schématique du modèle multi-traces de la lecture (Sylviane Valdois 2008)	15
<u>Figure 8</u> : Schématisation du modèle attentionnel de Van Zomeren & Brouwer	19
<u>Figure 9</u> : Réponses correctes (en %) en fonction de la fréquence et du point de fixation : dyslexiques et normolecteurs de même niveau de lecture (Ducrot et al. 2003)	26
<u>Figure 10</u> : Illustration schématique des épreuves expérimentales de report partiel (a) et global (b) de lettres (Sylviane Valdois 2010)	28

Figure 11: Répartition des joueurs de jeux vidéo en fonction de l'âge et du sexe aux Etats-Unis, en Angleterre, en Allemagne et en France. Mars 2010. (<http://www.gehan-kamachi.net>) 32

Figure 12: Une échelle logMAR contient un nombre égal de lettres sur chaque ligne, des espaces réguliers entre les lignes et les lettres et une progression régulière de la taille des lettres. (<http://www.cehjournal.org>) 33

Figure 13: Extrait informatisé du Stroop (Addie Ney – 1998) (<http://tecfa.unige.ch>) 34

Figure 14: Changement des habiletés lexiques après entraînement par les jeux vidéo 38

Figure 15: Résultats et épreuves d'attention visuo-spatiale focalisée et distribuée 40

Figure 16 : Schématisation de la procédure expérimentale 52

2) Liste des tableaux

<u>Tableau 1</u> : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture – Stratégie issue du L2MA à T1 et conversion en écart-type (ds)	53
<u>Tableau 2</u> : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture de mots moins fréquents issue de la BALE à T2 et conversion en écart-type (ds)	54
<u>Tableau 3</u> : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve « Monsieur Petit » issue de la BALE à T1 et conversion en écart-type (ds)	55
<u>Tableau 4</u> : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve « Le géant égoïste » issue de la BALE à T2 et conversion en écart-type (ds)	55
<u>Tableau 5</u> : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC-R à T1 et conversion en écart-type (ds)	56
<u>Tableau 6</u> : Notes obtenues par les 2 patients à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC-R à T2 et conversion en écart-type (ds)	56
<u>Tableau 7</u> : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Recherche dans le ciel à T1 (version A)	57
<u>Tableau 8</u> : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Recherche dans le ciel à T2 (version B)	57
<u>Tableau 9</u> : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Carte géographique à T1 (version A)	58
<u>Tableau 10</u> : Notes obtenues par les 2 patients au subtest Carte géographique à T2 (version B)	58

<u>Tableau 11</u> : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report global à T1	59
<u>Tableau 12</u> : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report global à T2	59
<u>Tableau 13</u> : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report partiel à T1	60
<u>Tableau 14</u> : Notes obtenues par les 2 patients à la tâche de Report partiel à T2	60
<u>Tableau 15</u> : Comparaison des résultats obtenus par le patient 1 à l'épreuve Lecture – Stratégie issue du L2MA à T1 puis à l'épreuve Lecture de mots moins fréquents issue de la BALE à T2, et correspondance en déviation standard	61
<u>Tableau 16</u> : Comparaison des résultats obtenus par le patient 1 aux épreuves « Monsieur Petit » à T1 et « le géant égoïste » à T2 issues de la BALE	63
<u>Tableau 17</u> : Résultats obtenus par le patient 1 à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC-R à T1 et T2	64
<u>Tableau 18</u> : Résultats obtenus par le patient 1 au subtest Recherche dans le ciel issu du Tea-ch à T1 et T2	65
<u>Tableau 19</u> : Résultats obtenus par le patient 1 au subtest Carte géographique issu du Tea-ch à T1 et T2	66
<u>Tableau 20</u> : Résultats obtenus par le patient 1 à la tâche de Report global à T1 et T2	67
<u>Tableau 21</u> : Notes obtenues par le patient 1 à la tâche de Report partiel à T1 et T2	68
<u>Tableau 22</u> : Résultats obtenus par le patient 2 à l'épreuve Lecture – Stratégie issue du L2MA à T1 puis à l'épreuve Lecture de mots moins fréquents issue de la BALE à T2, et correspondance en déviation standard	69

<u>Tableau 23</u> : Résultats obtenus par le patient 2 aux épreuves « Monsieur Petit » à T1 et « le géant égoïste » à T2 issues de la BALE	70
<u>Tableau 24</u> : Résultats obtenus par le patient 2 à l'épreuve Lecture en Une Minute (LUM) issue du LMC-R à T1 et T2	71
<u>Tableau 25</u> : Résultats obtenus par le patient 2 au subtest Recherche dans le ciel issu du Tea-ch à T1 et T2	72
<u>Tableau 26</u> : Résultats obtenus par le patient 2 au subtest Carte géographique issu du Tea-ch à T1 et T2	73
<u>Tableau 27</u> : Résultats obtenus par le patient 2 à la tâche de Report global à T1 et T2	74
<u>Tableau 28</u> : Notes obtenues par le patient 2 à la tâche de Report partiel à T1 et T2	75

3) Liste des graphiques

<u>Graphique 1</u> : comparaison des résultats du patient 1 à l'épreuve lecture de mots entre T1 et T2	61
<u>Graphique 2</u> : comparaison des résultats du patient 1 à l'épreuve lecture de texte entre T1 et T2	63
<u>Graphique 3</u> : Comparaison des résultats du patient 1 l'épreuve de lecture en une minute entre T1 et T2	64
<u>Graphique 4</u> : comparaison des résultats du patient 1 au subtest Recherche dans le ciel entre T1 et T2	65
<u>Graphique 5</u> : comparaison des résultats du patient 1 au subtest carte géographique entre T1 et T2	66
<u>Graphique 6</u> : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report global entre T1 et T2	67
<u>Graphique 7</u> : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report partiel entre T1 et T2	68
<u>Graphique 8</u> : comparaison des résultats du patient 2 à l'épreuve lecture de mots entre T1 et T2	69
<u>Graphique 9</u> : comparaison des résultats du patient 2 à l'épreuve lecture de texte entre T1 et T2	70
<u>Graphique 10</u> : comparaison des résultats du patient 2 à l'épreuve lecture de mots entre T1 et T2	71

Graphique 11 : comparaison des résultats du patient 2 au subtest Recherche dans le ciel entre T1 et T2 72

Graphique 12 : comparaison des résultats du patient 2 au subtest carte géographique entre T1 et T2 73

Graphique 13 : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report global entre T1 et T2 74

Graphique 14 : comparaison des résultats du patient 1 à la tâche de report partiel entre T1 et T2 75