



AVERTISSEMENT

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

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

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

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

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

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

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



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

Par

EYSSERIC Julie
KELLER Marion

**IMPACT D'UNE REMEDIATION VISUO-
ATTENTIONNELLE AUPRES D'ENFANTS
DYSLEXIQUES DE SURFACE**

Maître de Mémoire

BEDOIN Nathalie

Membres du Jury

CARTIER Myriam

FRAMBOURG Sylvaine

LEVY-SEBBAG Hagar

Date de Soutenance

JUIN 2011

ORGANIGRAMMES

1. Université Claude Bernard Lyon1

Président
Pr. BONMARTIN Alain

Vice-président DEVU
Pr. SIMON Daniel

Vice-président CA
Pr. ANNAT Guy

Vice-président CS
Pr. MORNEX Jean-François

Directeur Général des Services
M. GAY Gilles

1.1 Secteur Santé :

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur **Pr. ETIENNE Jérôme**

U.F.R d'Odontologie
Directeur **Pr. BOURGEOIS Denis**

U.F.R de Médecine Lyon-Sud
Charles Mérieux
Directeur **Pr. GILLY François
Noël**

Institut des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques
Directeur **Pr. LOCHER François**

Institut des Sciences et Techniques de
Réadaptation
Directeur **Pr. MATILLON Yves**

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (C.C.E.M.)
Pr. GILLY François Noël

Département de Formation et Centre
de Recherche en Biologie Humaine
Directeur **Pr. FARGE Pierre**

1.2 Secteur Sciences et Technologies :

U.F.R. de Sciences et Technologies
Directeur **Pr GIERES François**

IUFM
Directeur **M. BERNARD Régis**

U.F.R. de Sciences et Techniques
des Activités Physiques et
Sportives (S.T.A.P.S.)
Directeur **Pr. COLLIGNON Claude**

Ecole Polytechnique Universitaire de
Lyon (EPUL)
Directeur **M. FOURNIER Pascal**

Institut des Sciences Financières et
d'Assurance (I.S.F.A.)
Directeur **Pr. AUGROS Jean-Claude**

Ecole Supérieure de Chimie Physique
Electronique de Lyon (CPE)
Directeur **M. PIGNAULT Gérard**

Observatoire Astronomique de
Lyon **M. GUIDERDONI Bruno**

IUT LYON 1
Directeurs **M. COULET Christian et
Pr. LAMARTINE Roger**

2. Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE

Directeur ISTR
Pr. MATILLON Yves

Directeur de la formation
Pr. TRUY Eric

Directeur des études
BO Agnès

Directeur de la recherche
Dr. WITKO Agnès

Responsables de la formation clinique
THEROND Béatrice
GUILLON Fanny

Chargée du concours d'entrée
PEILLON Anne

Secrétariat de direction et de scolarité
BADIOU Stéphanie
CLERGET Corinne

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier particulièrement Nathalie Bedoin (Laboratoire Dynamique Du Langage) pour ses conseils avisés, son soutien et sa grande disponibilité tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Son encadrement de qualité nous a été très précieux et nous a permis de mener à bien ce projet.

Nous témoignons également notre reconnaissance à Sonia Krifi-Papoz de l'hôpital femme-mère-enfant, ainsi qu'à Vania Herbillon de l'hôpital Lyon-Sud pour l'attention qu'ils nous ont porté et leur coopération. Nous remercions également Laure Leculier, orthophoniste et membre du SDORRA, pour sa contribution au recrutement de la population.

Nos remerciements s'adressent aux nombreux orthophonistes exerçant en libéral pour les patients qu'ils nous ont adressé et la confiance qu'ils nous ont accordée.

Bien évidemment un immense merci à tous les enfants que nous avons rencontrés et plus particulièrement à A.H, C.B, A.P., G.A, T.D., B.S., C.E., M.Z, et S.A. ainsi qu'à leur famille pour leur accueil et leur implication.

Enfin, nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à nos proches, et principalement à nos parents, frère et sœurs, et amis qui nous ont soutenues durant toute la durée de nos études. Une pensée toute particulière à Romain et William pour leur patience sans limites et leurs encouragements permanents.

SOMMAIRE

ORGANIGRAMMES	2
1. Université Claude Bernard Lyon1	2
1.1 Secteur Santé :	2
1.2 Secteur Sciences et Technologies :	2
2. Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE	3
REMERCIEMENTS.....	4
SOMMAIRE.....	5
INTRODUCTION.....	7
PARTIE THEORIQUE	8
I. LA DYSLEXIE	9
1. Définition	9
2. Corrélats neuroanatomiques.....	9
II. TYPOLOGIE DE LA DYSLEXIE : LE MODELE A DOUBLE VOIE (MARSHALL & NEWCOMBE, 1973).....	10
1. Dyslexie phonologique	11
2. Dyslexie de surface	11
3. Dyslexie mixte	11
III. LES HYPOTHESES EXPLICATIVES.....	11
1. L'hypothèse phonologique	12
2. L'hypothèse magnocellulaire	12
3. L'hypothèse temporelle	12
4. L'hypothèse cérébelleuse	13
5. Les hypothèses visuo-attentionnelles	13
IV. LES MODES D'ANALYSE GLOBAL ET LOCAL DE STIMULI HIERARCHISES	20
1. Paradigme expérimental : principes généraux	20
2. Avantage du niveau global.....	20
3. Traitement des stimuli hiérarchisés par les dyslexiques de surface.....	21
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES.....	22
I. HYPOTHESES GENERALES	23
II. HYPOTHESES OPERATIONNELLES	23
1. Hypothèse opérationnelle 1.....	23
2. Hypothèse opérationnelle 2.....	24
3. Hypothèse opérationnelle 3.....	24
4. Hypothèse opérationnelle 4.....	24
5. Hypothèse opérationnelle 5.....	24
PARTIE EXPERIMENTALE	25
I. PARTICIPANTS	26
1. Méthode de sélection de l'échantillon.....	26
2. Critères d'inclusion.....	28
3. Critères d'exclusion	28
4. Lieu d'expérimentation	28
II. DEROULEMENT GENERAL DE L'ETUDE.....	28
1. Evaluation du profil comportemental	29
2. Evaluation de la voie phonologique.....	30
3. Evaluation des capacités visuo-attentionnelles.....	32
III. PROGRAMME D'ENTRAINEMENT	36
1. Méthode d'entraînement	36
2. Entraînement au passage entre niveaux : switching (cf. annexe 3)	36
3. Entraînement à la focalisation sur le niveau global (cf. annexe 4).....	38
PRESENTATION DES RESULTATS.....	40
I. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES	41
II. RESULTATS AUX DIFFERENTES EPREUVES UTILISEES	42

1.	<i>Effets de l'entraînement sur l'épreuve FocalDivi</i>	42
2.	<i>Effets de l'entraînement sur les tests de langage écrit et d'attention</i>	46
3.	<i>Résultats à l'épreuve d'orientation indicée</i>	51
DISCUSSION DES RESULTATS		53
I.	DISCUSSION GENERALE	54
1.	<i>Rappel des objectifs de l'étude</i>	54
2.	<i>Nature du déficit visuo-attentionnel étudié</i>	54
II.	VALIDATION DES HYPOTHESES	56
1.	<i>Impact du programme d'entraînement sur le trouble d'inhibition des détails</i>	56
2.	<i>Impact du programme d'entraînement sur les compétences visuo-attentionnelles testées avec un matériel orthographique</i>	58
3.	<i>Impact du programme d'entraînement sur les compétences dans le domaine de l'écrit</i>	59
4.	<i>Mise en évidence de déficits d'orientation spatiale de l'attention</i>	60
III.	RÉGARD CRITIQUE SUR L'ETUDE	63
IV.	INTERETS ET APPORTS ORTHOPHONIQUES	64
CONCLUSION		65
BIBLIOGRAPHIE		66
ANNEXES		70
TABLE DES ANNEXES		71
ANNEXE I : PROFILS COMPORTEMENTAL ET COGNITIF SELON LA TYPOLOGIE DE LA DYSLEXIE		72
ANNEXE II : ILLUSTRATIONS DES EPREUVES VISUO-ATTENTIONNELLES		73
1.	<i>Illustration de la procédure utilisée dans l'épreuve de Report Global</i>	73
2.	<i>Exemple d'item de l'épreuve d'orientation endogène (adaptée de Posner) de l'attention en condition valide</i>	73
3.	<i>Exemples d'images d'objets hiérarchisées dans l'épreuve FocalDivi</i>	74
ANNEXE III : ILLUSTRATIONS DES EXERCICES PROPOSES LORS DE L'ENTRAINEMENT AU PASSAGE ENTRE NIVEAUX GLOBAL ET LOCAL		75
ANNEXE IV : EXEMPLES D'ITEMS D'ENTRAINEMENT UTILISES POUR LA FOCALISATION AU NIVEAU GLOBAL		77
ANNEXE V : EVOLUTION DES PERFORMANCES VISUO-ATTENTIONNELLES DES ENFANTS DU GROUPE ENTRAINE A L'EPREUVE <i>FOCALDIVI</i>		78
1.	<i>Interférence issue du niveau local</i>	78
2.	<i>Interférence issue du niveau global</i>	78
3.	<i>Asymétrie de l'interférence</i>	79
ANNEXE VI : EVOLUTIONS DES PERFORMANCES VISUO-ATTENTIONNELLES DES ENFANTS DU GROUPE TEMOIN A L'EPREUVE <i>FOCALDIVI</i>		80
1.	<i>Interférence issue du niveau local</i>	80
2.	<i>Interférence issue du niveau global</i>	80
3.	<i>Asymétrie de l'interférence</i>	81
TABLE DES ILLUSTRATIONS		82
TABLE DES MATIERES		84

INTRODUCTION

La lecture est un facteur incontournable d'intégration sociale et culturelle. Il semble ainsi important d'en comprendre les processus fondamentaux, et les raisons pour lesquelles certains enfants ne peuvent acquérir cette compétence malgré une scolarisation régulière et un environnement favorable aux apprentissages. Reconnue comme un trouble du développement des acquisitions scolaires par l'Organisation Mondiale de la Santé (1991), la dyslexie est un réel problème de santé publique de par sa prévalence et ses conséquences (difficultés scolaires et d'insertion socioprofessionnelle). En France, malgré le manque de données statistiques précises, la dyslexie concernerait, selon la précision des critères de sévérité du trouble adoptée, 6 à 15% des enfants scolarisés.

Les processus cognitifs impliqués en lecture se développent durant l'apprentissage de l'écrit. Aussi, de nombreux modèles développementaux visent à préciser les étapes de leur maturation, permettant ainsi de mieux comprendre les difficultés des individus dyslexiques. Selon la conception unitaire, la dyslexie est la conséquence d'un seul et unique trouble phonologique dont le degré de sévérité expliquerait la diversité des profils rencontrés. La conception pluraliste, dans laquelle s'inscrit notre travail, reconnaît au contraire l'existence de plusieurs troubles cognitifs sous-jacents. Le déficit phonologique expliquerait la dyslexie de type phonologique, mais des troubles visuo-attentionnels sous-tendraient la dyslexie de surface. Par exemple, un déficit visuo-attentionnel d'inhibition des détails a été observé au sein de ce dernier type de dyslexie.

Les professionnels disposent de peu d'outils diagnostiques pour évaluer et rééduquer les troubles visuo-attentionnels. La validation d'un outil récent (*FocalDivi*) permettrait de repérer et de confirmer l'existence de troubles visuo-attentionnels chez des patients. Une remédiation spécifique du trouble cognitif sous-jacent pourrait alors être envisagée. Ses effets sur le trouble visuo-attentionnel et sur les compétences en langage écrit devraient alors être évalués grâce à cet outil, mais aussi à d'autres tests visuo-attentionnels et à des épreuves classiques de lecture et d'orthographe.

Notre mémoire complète des recherches déjà menées à ce sujet, et a pour visées de confirmer l'existence d'un tel trouble cognitif et de démontrer la possibilité d'y remédier par le biais d'outils rééducatifs spécifiques. Pour cela, nous comparerons les progrès de deux groupes d'enfants dyslexiques de surface, dans l'épreuve *FocalDivi*, et dans d'autres tests étalonnés, dont des épreuves de lecture et de dictée. Chaque enfant sera testé avant et après une période durant laquelle seul le groupe entraîné bénéficiera d'un programme de remédiation spécifique, l'autre groupe servira de témoin. De plus, nous montrerons qu'un trouble d'orientation de l'attention visuo-spatiale est aussi présent chez certains dyslexiques de surface.

Tout d'abord, nous présenterons les théories actuelles et les modèles de référence concernant les dyslexies développementales et les troubles cognitifs sous-jacents. Ensuite, nous exposerons la problématique et les hypothèses de recherche concernant notre travail. Après la présentation détaillée de la méthode utilisée et la description des outils permettant de recruter notre population et de suivre l'évolution des enfants tout au long de notre intervention, nous présenterons et analyserons les résultats obtenus auprès de la totalité de l'échantillon ayant participé à l'étude. Enfin, nous discuterons ces analyses en lien avec le contexte théorique et en rapport avec notre problématique et nos hypothèses initiales.

Chapitre I

PARTIE THEORIQUE

II. La dyslexie

La dyslexie développementale appartient à la catégorie des troubles durables des apprentissages. Elle résulte d'un déficit spécifique de la capacité de lecture dont les causes ne sont ni sensorielles, ni psychologiques, ni environnementales. Elle perturbe la scolarité dans sa globalité et entraîne la plupart du temps un échec scolaire, d'où l'importance d'une prise en charge orthophonique précoce et adaptée.

1. Définition

Le terme de « dyslexie » est utilisé pour la première fois en 1917 par Hinshelwood (cité par Van Hout & Estienne, 2001), pour qui les déficits observés sont imputables à un dysfonctionnement cérébral relié à la mémoire visuelle des mots. Désormais, la dyslexie développementale est définie comme un trouble spécifique des apprentissages, car le déficit est limité au domaine de la lecture, et survient en l'absence de tout trouble sensoriel, neurologique, psychiatrique ou de déficience intellectuelle. Elle peut apparaître malgré une scolarité régulière et un milieu socio-éducatif favorable. Ce trouble se distingue d'un simple retard de langage écrit par la persistance des comportements défaillants malgré une prise en charge adaptée. Le diagnostic de dyslexie développementale repose sur un retard de lecture d'au moins 18 mois par rapport à l'âge réel de l'individu (CIM-10). Une dysorthographe lui est souvent associée et il est fréquemment observé en clinique des difficultés de langage oral dans la petite enfance.

De plus, la dyslexie peut être soupçonnée avant l'entrée dans l'apprentissage de l'écrit. Plusieurs signes d'appel peuvent être relevés tels qu'un trouble du langage oral en maternelle (difficulté dans l'enchaînement des sons de la parole et difficulté en expression orale : formulation et syntaxe pauvres, trouble de la conscience phonologique), une mémoire immédiate insuffisante (rythme, comptine, etc.), une mauvaise orientation temporo-spatiale, une faible latéralisation manuelle, une instabilité psychomotrice, des troubles mnésiques et attentionnels, ou encore un graphisme altéré (maladresse, écriture en miroir, tenue du crayon, lenteur).

2. Corrélats neuroanatomiques

Contrairement à l'oral, l'écrit résulte d'un long apprentissage explicite. Par conséquent, les zones cérébrales qui le sous-tendent ne sont pas naturellement destinées à remplir ces fonctions.

Actuellement, la dyslexie est définie comme un trouble neurobiologique du langage. Les investigations anatomiques révèlent, d'une part, des anomalies structurelles du système nerveux central. Galaburda décrit une architecture corticale désorganisée par la présence d'ectopies, de dysplasies et de micropolygyries dans la région périsylvienne gauche (Habib, 2004). Un trouble de la migration neuronale en serait responsable (Galaburda, 1985, cité par Billard & Jambaqué, 2008). La dyslexie serait aussi associée à une latéralisation cérébrale anormale, avec notamment une absence d'asymétrie du planum temporale (Habib, 2004), un volume trop important du corps calleux (Habib, 2002b), une

faible taille de la partie antérieure du cervelet (Eckert et al., 2003), ou encore une répartition altérée des cellules dans les noyaux des relais thalamiques auditifs et visuels (Habib, 2004). Ces anomalies morphologiques n'expliquent pas directement les troubles cliniques observés mais sont le témoin d'un trouble de la maturation du cerveau en lien avec une atteinte des fonctions cognitives.

D'autre part, des anomalies fonctionnelles ont été mises en évidence par l'IRMf lors de tâches inhérentes à l'activité de lecture. Globalement, les travaux montrent un dysfonctionnement des mécanismes cérébraux de l'hémisphère gauche. En effet, trois zones de l'hémisphère gauche du cerveau humain (l'aire occipito-temporale, le gyrus frontal inférieur et l'aire pariéto-temporale) sont impliquées en lecture. L'enfant dyslexique activerait les mêmes aires que le normo-lecteur avec toutefois une sous-activation temporo-pariétale gauche (Temple et al., 2001, cités par Habib, 2004), associée à une très nette sur-activation du gyrus frontal gauche (Georgiewa et al., 2002, cités par Habib, 2004). L'enjeu est donc désormais de saisir le lien entre les particularités neurologiques et les déficits cognitifs de la dyslexie.

III. Typologie de la dyslexie : le modèle à double voie (Marshall & Newcombe, 1973)

Plusieurs modèles proposent d'expliquer le fonctionnement et le dysfonctionnement de diverses procédures de lecture. Nous développerons seulement ici le modèle qui fait consensus quant à la classification des formes cliniques de dyslexie.

Le modèle à double voie de Marshall et Newcombe (1973) décrit l'utilisation de représentations orthographiques et phonologiques par le lecteur expert. Il fournit un cadre de référence pour l'analyse des erreurs de lecture et distingue deux procédures de lecture permettant, par leur complémentarité, de lire toutes sortes de mots rencontrés dans la langue. Il est alors possible de tester l'intégrité de chaque procédure à travers les performances en lecture pour certains types de mots (fréquents ou rares, réguliers ou non, pseudo-mots, etc.).

La voie d'adressage serait sollicitée pour lire les mots irréguliers sur la base d'une confrontation entre l'ensemble des lettres codées dans leur position et une représentation orthographique lexicale. Elle permet une lecture rapide et automatisée, car elle récupère, grâce à un accès direct au stock orthographique, des unités lexicales déjà lues par le sujet. Les mots pour lesquels il n'y a pas de représentation orthographique en mémoire à long terme sont déchiffrés exclusivement par la procédure d'assemblage qui met en correspondance, séquentiellement, des segments orthographiques et des représentations de segments phonologiques grâce à l'application de règles grapho-phonémiques. Elle permet de lire les mots nouveaux et les pseudo-mots (voie la plus utilisée par les jeunes lecteurs) mais elle montre ses limites face aux mots irréguliers.

Cependant, en progressant, l'enfant enrichit son stock lexical et la procédure d'adressage devient prépondérante. Le poids relatif des procédures de lecture évolue donc avec l'âge. L'une et l'autre fonctionnent toutefois en parallèle et gardent toujours leur utilité pour une lecture experte.

1. Dyslexie phonologique

Le profil de dyslexie dit “phonologique” se manifeste par des difficultés marquées à lire les pseudo-mots et une relative préservation de la lecture des mots irréguliers surtout s’ils sont familiers. Le modèle à double voie l’explique par un déficit de la voie d’assemblage, avec préservation de l’adressage. Des erreurs et une lenteur pour le traitement des mots sont aussi observées et s’expliquent par la relative pauvreté du lexique orthographique. En effet, la mémorisation de la représentation orthographique des mots est entravée par l’assemblage laborieux dont ils sont l’objet. En outre, selon Valdois (2010, p.96) : « *Le trouble de conscience phonémique reflète un déficit phonologique qui peut avoir des répercussions plus larges au niveau comportemental et s’accompagner de problème de mémoire à court terme verbale [...]* ». Les erreurs les plus fréquemment commises en lecture sont des paralexies phonémiques (substitution, omission, déplacement, addition de phonèmes), des erreurs sur les graphies contextuelles, des erreurs non phonologiquement plausibles, et plus rarement des lexicalisations (conversion des pseudo-mots en mots connus). On note peu d’erreurs de régularisation mais en revanche des effets de fréquence témoignent d’une tendance à s’appuyer sur une procédure d’adressage lexical.

2. Dyslexie de surface

Au niveau comportemental, la dyslexie de surface se traduit par une difficulté à lire les mots irréguliers avec une relative préservation en lecture de pseudo-mots et de mots réguliers. En effet, l’accès et l’enrichissement du stock orthographique sont trop défaillants pour permettre d’utiliser la voie par adressage, et « *la plupart des études portant sur les dyslexies développementales de surface ont conclu que ces sujets étaient incapables de se constituer des connaissances spécifiques sur l’orthographe des mots* » (Valdois, 2000, p.255). Pour compenser, ces enfants utilisent la voie par assemblage pour tous les types de stimuli, ce qui se traduit par une lecture lente, même pour les mots réguliers fréquents, un échec pour les mots irréguliers, peu d’effets de fréquence, et des erreurs par régularisation (e.g., tabac est lu /t a b a k/).

3. Dyslexie mixte

Enfin, la dyslexie mixte serait la conséquence d’une altération des deux procédures de lecture. La lecture de tous les types de stimuli est donc déficitaire et les erreurs retrouvées semblent relever à la fois des dyslexies phonologique et de surface.

IV. Les hypothèses explicatives

Face à la diversité des profils de dyslexie, diverses théories ont été développées. Quant aux troubles cognitifs sous-jacents, le clinicien doit rechercher les mécanismes cognitifs déficitaires à l’origine des difficultés manifestées en lecture. D’aucuns adoptent une conception unitaire qui décrit un seul et même type de déficit cognitif : le trouble phonologique. Les différents profils comportementaux en dyslexie sont alors expliqués par le degré de sévérité du trouble. D’autres, en revanche, défendent une conception pluraliste (Valdois et al., 2003) qui admet l’existence de plusieurs troubles cognitifs

pouvant être sous-jacents et à l'origine de la diversité des profils. La dyslexie phonologique serait par exemple la conséquence d'un déficit phonologique ou d'un déficit de traitement temporel auditif, tandis que la dyslexie de surface s'expliquerait par des troubles visuo-attentionnels. Enfin des troubles visuels de plus bas niveau pourraient aussi contribuer aux différentes formes de dyslexie.

Sans viser l'exhaustivité, nous évoquerons certaines de ces hypothèses : l'hypothèse phonologique, l'hypothèse magnocellulaire, l'hypothèse temporelle, l'hypothèse cérébelleuse et enfin, celle qui nous concerne plus particulièrement, l'hypothèse visuo-attentionnelle.

1. L'hypothèse phonologique

Dès 1978, Bradley et Bryant ont montré que les enfants développant des difficultés d'apprentissage de la lecture sont d'abord déficitaires dans une tâche métaphonologique : le jugement de rime. Les enfants d'âge préscolaire entraînés dans cette tâche font davantage de progrès que les enfants entraînés avec des exercices sémantiques. Le trouble cognitif sous-jacent aux difficultés d'apprentissage de la lecture serait donc un déficit de traitement de la parole : il serait phonologique et non simplement auditif. Le traitement des stimuli auditifs non linguistiques ne serait pas affecté. L'enfant présenterait des anomalies dans la façon de se représenter ou d'utiliser les unités phonologiques. Il aurait des difficultés à décomposer les mots à l'oral en unités phonologiques, ce qui entraverait l'apprentissage des règles de correspondance grapho-phonémique (Valdois, 2005).

2. L'hypothèse magnocellulaire

Selon cette théorie, les systèmes magnocellulaire et parvocellulaire des dyslexiques fonctionneraient correctement au niveau périphérique, mais pas dans les aires visuelles de plus haut niveau recevant de façon prédominante des projections magnocellulaires (Talcott, Hansen, Assoku, & Stein, 2000), d'où une difficulté de régulation des mouvements oculaires. L'argument neuroanatomique favorable à cette hypothèse est l'existence d'anomalies de l'organisation anatomique et de la taille des cellules magnocellulaires (Galaburda & Livingstone, 1993, cité par Stein, 2001). D'après Stein (2001), deux tiers des dyslexiques auraient un déficit magnocellulaire qui se traduirait essentiellement par des difficultés dans la perception des contrastes visuels, le traitement des basses fréquences spatiales, une mauvaise stabilisation du regard et un déficit de traitement des stimuli visuels brefs et se succédant rapidement. Or, la lecture passe par le traitement d'informations visuelles qui se succèdent rapidement et par un contrôle des mouvements oculaires. Ces troubles se retrouvent chez des individus dyslexiques, surtout en cas de dyslexie phonologique, ce qui pourrait s'expliquer par la coexistence du trouble visuel avec son équivalent en modalité auditive : l'hypothèse magnocellulaire pourrait alors être conciliée avec l'hypothèse auditive temporelle (Habib, 2002a).

3. L'hypothèse temporelle

D'après cette hypothèse, les dyslexiques souffriraient d'un trouble général et multimodal du traitement temporel des stimuli rapides (visuel, auditif, moteur). Concernant la vision,

l'hypothèse magnocellulaire expliquerait ce déficit. Quant à l'audition, une défaillance du traitement rapide serait à l'origine de traitements phonémiques imprécis, compromettant l'utilisation de règles de conversion grapho-phonémique. En effet, la discrimination de phonèmes nécessite une analyse précise des fréquences sur de très courtes durées (quelques millisecondes) où les individus dyslexiques rencontrent des difficultés considérables. Un argument favorable à cette hypothèse est que, suite à un entraînement sur des stimuli auditifs étirés dans le temps, les dyslexiques s'améliorent en discrimination phonémique (Tallal & Piercy, 1975, cités par Kéïta, 2007) et dans diverses activités langagières. Ainsi, en 1980, Tallal (cité par Habib, 2002b) affirme que le déficit principal de la dyslexie serait l'incapacité à percevoir précisément les variations temporelles rapides de la parole (i.e., les transitions entre les formants).

4. L'hypothèse cérébelleuse

Cette théorie suggère que la dyslexie est liée à un dysfonctionnement du cervelet, structure impliquée dans la motricité mais aussi dans l'automatisation des conduites (Zesiger, 2004). Or, l'automatisation est nécessaire pour devenir un lecteur expert. L'étude de Fawcett et Nicolson (1994) met en évidence sur une durée de dix ans plusieurs troubles sévères et persistants chez des dyslexiques : un déficit phonologique, mais aussi un ralentissement des traitements, des troubles de la mémoire, un déficit des activités motrices et de l'automatisation des processus moteurs ou cognitifs, autant de troubles imputables à un dysfonctionnement cérébelleux. Les difficultés propres à ces types de déficit concernent la représentation et l'organisation du temps, l'équilibre, la coordination motrice, le graphisme et la mémoire, d'où la présence de déficit d'articulation avec des représentations phonologiques floues chez les personnes dyslexiques (Habib, 2004).

5. Les hypothèses visuo-attentionnelles

La persistance de difficultés de lecture en dehors d'un trouble phonologique suggère que des déficits d'un autre ordre interviendraient dans la dyslexie développementale : ils pourraient relever du domaine visuo-attentionnel, fondamental en lecture. L'observation clinique a d'ailleurs révélé de faibles performances visuelles lors de tâches mobilisant l'attention sélective (e.g., en copie) chez des dyslexiques.

Divers types de déficits visuo-attentionnels ont été évoqués. Il s'agit de difficultés de focalisation attentionnelle liées à un problème de taille de la fenêtre visuo-attentionnelle, de difficultés de filtrage liées à l'altération de mécanismes d'inhibition et enfin, d'une distribution anormale de l'attention dans l'espace.

La dyslexie pourrait être associée à des perturbations d'un domaine attentionnel appelé "attention sélective". Or, en 2008, Friedmann et Lukov décrivent trois sous-types de dyslexie de surface, chacune étant caractérisée par des altérations à différents niveaux de la procédure d'adressage. De fait, il semblerait que des déficits visuo-attentionnels variés participent à ce type de dyslexie.

5.1. Déficit de la fenêtre visuo-attentionnelle (FVA)

5.1.1. Cadre théorique : le modèle connexionniste ACV 98

Grâce à ce modèle, Ans, Carbonnel et Valdois (1998) offrent un cadre explicatif intéressant aux troubles cognitifs visuo-attentionnels à l'origine de la dyslexie de surface. Le mécanisme d'attention visuo-spatiale est effectivement peu évoqué dans le modèle à double voie de Marshall et Newcombe (1973). De plus, en considérant l'aspect dynamique de l'apprentissage de la lecture, le modèle ACV 98 permet une réflexion centrée sur les dyslexies développementales. Il est inspiré des modèles SM89 et PMSP96 (respectivement Seidenberg & McClelland, 1989 ; Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson, 1996, cités par Ans et al., 1998) qui sont des modèles à traitement parallèle distribué.

Le modèle ACV 98 décrit une procédure unique d'ajustement de la FVA, via l'activation de traces lexicales mnésiques, qui donne lieu à deux voies de lecture distinctes, avec d'importantes interactions entre l'orthographe et la phonologie. Une procédure serait globale, permettant la reconnaissance de mots connus et l'autre analytique, basée sur le traitement séquentiel des unités. La procédure globale est impliquée la première de façon systématique, tandis que la procédure analytique intervient en second lieu lorsque le traitement global est en échec. Leurs mécanismes étant identiques, aucun traitement n'est propre à l'une des procédures (Valdois, 2005) : seule la taille de la FVA varie en fonction de la familiarité des mots (ou des segments de mots). L'originalité de ce modèle réside dans le fait qu'il ne décrit pas de règles de conversion grapho-phonémique, contrairement au modèle classique à double voie. Néanmoins, il dégage l'importance des deux types d'analyse : phonologique et visuo-attentionnelle.

5.1.2. Les différents types de dyslexie selon le modèle ACV 98

D'après ce modèle, la dyslexie phonologique découlerait d'une difficulté à acquérir les traces mnésiques des segments lexicaux, et non des mots entiers. Elle pourrait notamment être issue d'une déficience du processus de vérification orthographique. Ce modèle précise aussi que le traitement analytique implique la production séquentielle de segments phonologiques (syllabes) successivement maintenus dans un buffer phonologique.

De surcroît, le déficit de la procédure analytique peut ralentir l'acquisition des représentations orthographiques des mots. Ainsi, des profils comportementaux mixtes peuvent apparaître alors que le déficit sous-jacent est exclusivement phonologique.

La dyslexie de surface se traduit par une difficulté marquée dans la génération de traces mnésiques des mots, tandis que des segments de mots sont bien mémorisés. Selon le modèle ACV 98, cette difficulté est la conséquence d'une altération de la procédure de lecture globale suite à une réduction de la taille de la fenêtre attentionnelle.

Selon Valdois (2004), le trouble visuo-attentionnel peut également retarder la mise en place de la procédure analytique. En effet, l'enfant qui présente une fenêtre attentionnelle réduite (égale à un ou deux caractères) ne va pas pouvoir utiliser la conversion graphème-

phonème pour les digraphes et trigraphes (par exemple, dans « pointage », il faut prendre en compte les quatre lettres « oint » pour déterminer si l'on va lire « oine » ou « oin », par opposition à « pivoine »).

De fait, aucune des deux procédures de lecture ne fonctionne correctement. Ceci peut aboutir à la coexistence de patterns comportementaux de lecture mixtes alors même que le trouble cognitif sous-jacent est purement de nature visuo-attentionnelle.

Tout bien considéré, la dyslexie mixte, au sens des troubles cognitifs sous-jacents, serait donc assez rare. La fréquence des cas de ce type de dyslexie, expliquée par la présence simultanée de troubles phonologique et visuo-attentionnel, pourrait se justifier par un amalgame entre le profil comportemental et le profil cognitif du patient. Dès lors, il semble indispensable de caractériser le(s) trouble(s) cognitif(s) responsable(s) de la dyslexie, et ne pas seulement considérer les manifestations comportementales (cf. annexe 1), afin de permettre la création d'outils pouvant en spécifier la nature, en vue d'une adaptation plus fine de la prise en soin.

5.1.3. Empan visuo-attentionnel et dyslexie de surface

Chez l'enfant normo-lecteur, la FVA s'adapte à la longueur de la séquence orthographique qui est à déchiffrer. Lorsque le mot appartient au lexique orthographique, la FVA s'ajuste à sa taille et il est alors entièrement englobé, ce qui permet le traitement simultané de l'ensemble des lettres. En revanche, si aucune représentation orthographique n'est disponible dans le stock lexical, le système bascule en mode analytique, ce qui engendre une réduction de la FVA. Elle s'ajuste donc à la plus grande unité sous-lexicale reconnue dans le stock lexical et se déplace ainsi sur les groupes de lettres pertinents du mot. En d'autres termes, « *la procédure analytique se caractérise [...] par le recours à des fenêtres visuo-attentionnelles de petites tailles et un déplacement sériel de gauche à droite* » (Valdois, 2005, p.282). Les bons lecteurs parviennent donc à ajuster le faisceau attentionnel sur des unités connues, ce qui permet l'encodage de formes orthographiques. Ce processus est indispensable à l'apprentissage de la lecture.

Pour l'apprenti lecteur, peu de mots sont familiers, et l'unité reconnue peut alors se réduire à la syllabe voire au phonème. Puis, avec l'exposition à l'écrit, la FVA utilisée s'élargirait. Selon Valdois (2004), l'enfant normo-lecteur répartit de façon homogène son attention sur l'ensemble des lettres de la séquence dans la FVA. L'empan visuo-attentionnel (EVA), soit le nombre de lettres dont l'identité et l'emplacement peuvent être traités en parallèle, augmente donc au cours de l'apprentissage de la lecture.

L'attention visuo-spatiale des dyslexiques comprendrait des anomalies de focalisation, notamment de contrôle, de la fenêtre attentionnelle. Chez les enfants dyslexiques de surface, une distribution déficitaire de l'attention visuelle entrave le développement de l'EVA, et par suite l'acquisition du langage écrit. Bosse, Tainturier et Valdois (2007) démontrent, par une étude portant sur de nombreux enfants dyslexiques, la contribution indépendante de l'EVA et de la conscience phonologique dans la dyslexie, qui sont plus tard décrites comme des prédicteurs des capacités en lecture chez les enfants ordinaires par Bosse et Valdois (2009).

La conséquence de ce trouble visuo-attentionnel est double. Premièrement, la réalisation de l'adressage lexical est entravée par un défaut d'ajustement de l'attention sur l'ensemble des lettres d'un mot. Le traitement de l'information écrite bascule donc vers une sur-utilisation de la conversion grapho-phonologique, lente et inefficace pour la lecture de mots irréguliers. La principale traduction de ce déficit au niveau comportemental est une difficulté pour la lecture de mots irréguliers. Secondairement, la construction d'un lexique orthographique adéquat est altérée puisque l'enfant dyslexique de surface ne parvient que très rarement à percevoir un mot dans sa totalité. Cela l'empêche alors de disposer des connaissances orthographiques nécessaires à l'adressage lexical.

D'un point de vue clinique, l'épreuve de Report Global peut mettre en évidence une réduction de l'EVA (Bosse et al., 2007). Elle demande de répartir l'attention sur 5 lettres qui apparaissent simultanément et rapidement, pour ensuite les rappeler. Cette tâche est particulièrement échouée par les dyslexiques de surface. L'absence d'activation de diverses régions cérébrales est associée à l'échec à cette épreuve et reflète ainsi les difficultés de répartition de l'attention sur chaque lettre tout en traitant la structure d'ensemble, comme le requiert la voie d'adressage. Les aires concernées sont le gyrus temporal inférieur gauche, soit l'aire de la forme visuelle des mots (i.e., VWFA, *Visual Word Form Area*), le lobe pariétal supérieur gauche qui intervient dans les mécanismes d'attention sélective permettant le traitement séquentiel, et un réseau incluant le gyrus angulaire gauche et le gyrus occipito-temporal médian qui participent à l'équilibre entre les traitements global et local de l'information (Peyrin, Lallier, & Valdois, 2008).

5.2. Troubles visuo-attentionnel liés aux modes d'analyse global et local

Les troubles visuo-attentionnels supposés à l'origine de la dyslexie de surface ont aussi été interprétés dans le cadre des théories sur l'analyse d'une scène complexe. Le traitement de l'environnement visuel nécessite de passer régulièrement d'un mode d'analyse global à un mode local (et inversement) en fonction de la nécessité de traiter des détails ou de se concentrer sur la configuration. L'activité de lecture suppose, par exemple, le décodage d'unités de tailles variées imbriquées (lettres dans syllabes, syllabes dans mots, etc.) et le recours à de tels processus est donc nécessaire. Or, les anomalies d'appréhension attentionnelle de l'espace des enfants dyslexiques de surface semblent également atteindre cet aspect-ci (Bedoin et al., 2009 ; Kéïta, 2007). Cette approche ne décrit pas chez les dyslexiques de surface une fenêtre attentionnelle a priori trop étroite, mais plutôt un déséquilibre entre les modes de traitement global et local. Des expériences utilisant des lettres et des dessins hiérarchisés ont mis en évidence un déficit de mobilisation du mode d'analyse global en présence de nombreux détails, ainsi qu'un déficit d'inhibition des détails non pertinents. Ces déficits pourraient compromettre la réalisation de l'adressage lexical, où les lettres correspondent aux détails formant une configuration spécifique, l'un et l'autre niveaux devant être harmonieusement articulés. Ce trouble visuo-attentionnel, qualifié d'attraction irrésistible pour les détails et générant un déficit de sélection d'une forme globale (majoritairement rencontré dans la dyslexie de surface), pourrait avoir une part de responsabilité dans les difficultés de lecture des mots irréguliers (Bedoin et al., 2009).

Un entraînement intensif visant à remédier à ce déséquilibre du traitement global/local a montré la possibilité d'aider les enfants ayant ce profil de dyslexie à développer un

mécanisme d'inhibition des détails non pertinents. De plus, l'amélioration du filtrage des informations inutiles pour l'analyse en cours s'accompagne de progrès en lecture (y compris pour les mots irréguliers) témoignant d'un engagement dans l'utilisation de la voie lexicale au lieu de la seule voie analytique (Bedoin et al., 2010).

5.3. Troubles visuo-attentionnels liés à l'orientation spatiale de l'attention

L'attention sélective est un filtre qui inhibe les informations non pertinentes et limite la quantité d'informations à traiter (LaBerge & Brown, 1989). Les performances d'enfants dyslexiques dans des épreuves visuelles sollicitant l'attention sélective suggèrent un lien entre difficultés de lecture et troubles visuo-attentionnels (Marendaz, Valdois, & Walsh, 1996). L'attention visuo-spatiale peut s'orienter dans l'espace, parfois indépendamment des déplacements oculaires, et permet la sélection d'une partie du champ visuel pour en favoriser l'analyse (Cave & Bichot, 1999). La lecture nécessite l'encodage de l'identité et de l'emplacement des lettres et, par conséquent, l'attention visuo-spatiale et un bon contrôle de son déplacement sont cruciaux quant à la réussite dans l'apprentissage de l'écrit. Une corrélation entre performance en lecture et recherche séquentielle de cible est d'ailleurs observable après plusieurs années de pratique en lecture (Casco, Tressoldi, & Dellantino, 1998, cités par Facchetti et al., 2006).

Si le modèle à double voie permet de typer la dyslexie selon la procédure de lecture altérée, le rôle de déficits attentionnels spécifiques reste à préciser pour chaque type de dyslexie.

5.3.1. Orientation de l'attention et dyslexie phonologique

L'hétérogénéité des profils de dyslexie pourrait s'expliquer par des déficits sous-jacents dissociés. Le trouble phonologique pourrait concerner la majorité des enfants atteints d'une dyslexie phonologique ou mixte (Ramus, 2003), tandis que la dyslexie de surface pourrait être plus directement liée à des déficits visuo-attentionnels. Pourtant, la sélection d'informations pertinentes est essentielle à l'application de la procédure lexicale, mais pour des raisons différentes. En outre, il est possible que certaines erreurs de déchiffrage, notamment pour des graphies contextuelles, classiquement interprétées comme des erreurs de type phonologique, relèvent aussi d'un déficit visuo-attentionnel. Ce type d'altération gêne en effet la prise en compte de la lettre et du contexte dans lequel elle se situe, ce dernier permettant l'application correcte des règles grapho-phonémiques (comme c'est le cas pour les graphies S, C, G, etc.).

La correspondance grapho-phonémique consiste en un traitement séquentiel de groupes de lettres de gauche à droite. Cela requiert des compétences non seulement phonologiques mais aussi attentionnelles, pour le contrôle du déplacement rapide et précis de l'attention (Bedoin & Siéroff, 1989). Pour concentrer les ressources de traitement sur un groupe de lettres, l'enfant sollicite deux processus : l'orientation visuo-spatiale (engagement, désengagement, déplacement) et la focalisation attentionnelle (sélection d'une zone pertinente couplée d'une inhibition des distracteurs proches). Aussi, il est possible

d'imputer les difficultés de lecture de pseudo-mots à un trouble phonologique ou à un trouble visuo-attentionnel.

En 1980, Posner élabore un paradigme expérimental faisant intervenir les différentes opérations d'orientation. Il présente un indice orientant l'attention vers la droite ou la gauche avant qu'apparaisse la cible à traiter. Trois conditions sont proposées : une condition valide pour laquelle l'indice indique le côté où la cible apparaît, une condition non-valide où l'indice indique le champ visuel opposé à celui de la cible, et une condition neutre indiquant les deux directions.

Divers travaux s'inspirant de ce protocole ont mis en évidence des difficultés d'orientation de l'attention chez des enfants dyslexiques. Certaines anomalies de l'orientation exogène, dirigée par l'apparition d'un indice périphérique, s'apparentent à une réduction de la vitesse dans l'opération élémentaire d'engagement de l'attention (Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola, & Mascetti, 2000). D'autres, comme Facoetti, Ruffino, Peru, Paganoni et Chelazzi (2008) ont observé un ralentissement de l'opération d'engagement. Hari, Renvall et Tanskanen (2001) attribuent quant à eux ce ralentissement (*Sluggish Attentional Shifting*) à un déficit du désengagement attentionnel, accroissant anormalement le coût en condition non-valide.

Toutefois, ces troubles d'orientation attentionnelle ne semblent pas spécifiquement visuels. En effet, des difficultés d'interprétation d'indices d'orientation auditifs ont été rapportées chez des enfants dyslexiques (Facoetti et al., 2003). Cette étude soutient alors l'hypothèse d'un retard de l'engagement, qu'importe la modalité. Différents obstacles d'ordre attentionnel semblent donc entraver la sélection des informations pertinentes chez des dyslexiques. Les difficultés d'analyse des graphèmes, de même que les difficultés de discrimination, ou encore de segmentation sur des stimuli brefs pourraient s'expliquer par de tels déficits dans plusieurs formes de dyslexie.

Par ailleurs, les expériences d'orientation indicée ont aussi révélé chez des dyslexiques une distribution attentionnelle diffuse. Deux équipes se sont intéressées à de telles anomalies.

Facoetti et ses collègues ont conclu à une distribution de l'attention particulièrement diffuse dans l'espace, car lorsqu'ils sont concentrés sur le centre du champ visuel, les enfants témoins mettent d'autant plus de temps à détecter une cible que celle-ci est excentrée, ce qui n'est pas le cas des dyslexiques (Facoetti, Paganoni, & Lorusso, 2000, cités par Facoetti et al., 2006). Ces patients ont aussi une étonnante capacité à distribuer les ressources attentionnelles dans une épreuve de recherche visuelle, où leur attention n'est pas focalisée. La distribution de l'attention présenterait par ailleurs des anomalies asymétriques. Lorsqu'un indice spatial endogène les conduit à orienter l'attention à gauche, les dyslexiques se réorientent d'une manière particulièrement rapide si la cible apparaît ensuite à droite. Alors qu'une telle condition d'indication non-valide entraîne normalement une détérioration des performances, aucun coût n'apparaît dans ce cas chez les dyslexiques. Cette « hyper-orientation » à droite traduirait un défaut d'inhibition concomitante, inhibition qui se produit normalement dans le champ opposé à celui dans lequel l'attention s'est engagée (Facoetti et al., 2006). Le cadre théorique de cette interprétation est une alternative à celui de Posner (1980) : le *Parallel Distributed Processing Model* (Cohen, Romero, Servan-Schreiber, & Farah, 1994). Il ne suppose pas le déplacement d'un faisceau attentionnel, mais propose qu'un indice entraîne la

modulation de la répartition des ressources attentionnelles dans chacun des héli-champs. Ainsi, lorsque l'attention s'engage dans un champ visuel suite à l'indication, une inhibition concomitante, se produirait dans le champ opposé. Le contrôle de cette inhibition présenterait un déficit asymétrique chez les enfants dyslexiques. Cette perturbation pourrait expliquer les difficultés à appliquer les règles grapho-phonémiques observées par Facoetti chez les dyslexiques phonologiques. En lecture, ce déficit d'inhibition conduirait le lecteur à accorder trop d'importance aux lettres à droite du mot, ou du groupe de lettres en cours de traduction grapho-phonologique. A ce déficit asymétrique d'inhibition s'ajouterait une « mini-négligence » gauche (Facoetti & Turatto, 2000 ; Hari et al., 2001), qui se manifeste par une inefficacité des distracteurs gauches, et de plus fréquentes omissions de cibles à gauche qu'à droite (Eden, Stein, & Wood, 1993, cités par Facoetti & Turatto, 2000). De tels déficits pourraient participer aux difficultés en lecture de pseudo-mots relevées chez des enfants dyslexiques italiens. Ils entraveraient l'analyse grapho-phonologique, en altérant les saccades de régression, ainsi que le déplacement séquentiel de l'attention sur des parties précises du mot.

D'autre part, Geiger et Lettvin (2000) confirment le caractère diffus de la distribution de l'attention chez des adultes dyslexiques. Ils identifient mieux que les sujets témoins les lettres situées en périphérie, mais moins bien les lettres proches du centre, ce qui suggère un déficit de filtrage (le défaut d'inhibition périphérique perturbe le traitement central). Le masquage latéral, défini comme un processus actif accordant à des informations encore non pertinentes le statut de fond indifférencié, serait donc altéré. Chez les normo-lecteurs, ce sont les informations éloignées qui subissent ce masquage, permettant ainsi à la forme pertinente de se détacher (FRF, *Form Resolving Field*). Chez les dyslexiques, ce FRF serait trop étendu à droite et des lettres encore non pertinentes, perçues trop clairement, créeraient des interférences (Geiger & Lettvin, 2000).

La dyslexie dépendrait donc en partie de difficultés de focalisation et de distribution attentionnelle, mais vraisemblablement aussi d'une altération du filtrage liée à un problème d'inhibition. L'efficacité d'un entraînement des mécanismes d'orientation et de sélection attentionnelle sur les compétences en lecture est un argument en faveur du rôle des perturbations attentionnelles en lecture (Facoetti, Lorusso, Paganoni, Ultimà, & Mascetti, 2003).

En définitive, bien que les anomalies d'orientation soient principalement décrites chez des enfants italiens en difficulté de traitement des pseudo-mots, il serait intéressant de les étudier chez des dyslexiques de surface français, sélectionnés selon des critères différents.

5.3.2. Orientation de l'attention et dyslexie de surface

Redsand (2010) a ainsi étudié les perturbations de l'orientation spatiale dans la dyslexie de surface chez des enfants francophones, chez qui une dyslexie de surface est sans doute plus facile à diagnostiquer qu'en italien. Les résultats de cette étude s'apparentent à ceux relevés par Facoetti. Un affaiblissement du coût est notamment observé en champ droit lorsqu'une réorientation de l'attention est nécessaire pour traiter la cible à droite, après un indice non-valide ayant indiqué la gauche. Bien que les enfants dyslexiques de surface testés par Redsand (2010) ne présentent pas de déficit particulièrement marqué pour les pseudo-mots, contrairement aux patients de Facoetti et ses collègues, le trouble d'inhibition semble similaire. De même, Redsand relève une difficulté des enfants

dyslexiques à considérer des cibles proches de la fixation, ce qui rejoint les résultats de Geiger et Lettvin (2000). Dans l'ensemble, les enfants dyslexiques de surface présenteraient donc des anomalies de la distribution de l'attention spatiale, à la fois trop diffuse à droite et pas assez précise à proximité du centre. Il est possible d'imaginer un lien entre cette découverte et les erreurs visuelles commises par les enfants dyslexiques de surface.

L'utilisation clinique de telles épreuves permettrait de préciser les difficultés attentionnelles des enfants, et favoriserait l'adaptation de la prise en charge orthophonique.

V. Les modes d'analyse global et local de stimuli hiérarchisés

La lecture nécessite une articulation efficace des mécanismes d'analyse global et local. Alors que la procédure par assemblage repose en grande partie sur un traitement local, la procédure par adressage suppose qu'un traitement visuel global intervienne aussi.

1. Paradigme expérimental : principes généraux

Les stimuli hiérarchisés, inspirés des figures de Navon (1977, cité par Bedoin et al., 2009), permettent d'étudier expérimentalement ces deux modes de traitement. Un stimulus hiérarchisé se constitue d'une forme qui représente par exemple une lettre (niveau global) composée de la répétition d'une autre lettre au niveau local (e.g., un grand A formé de petits E). Deux sortes d'expériences sont réalisées avec un tel matériel. Dans les épreuves d'attention focalisée, la consigne demande de se concentrer sur un seul niveau, en sélectionnant par exemple le niveau global, pour discriminer l'une des deux cibles (e.g., lettre E ou M), toujours présente à ce niveau. Des items « pièges » contiennent la cible concurrente au niveau qui doit être ignoré. Une dégradation des performances pour ces essais témoigne d'une difficulté à inhiber le niveau non pertinent. Un autre type d'expériences, dites d'attention divisée, demande aussi une discrimination de cible, mais celle-ci apparaît à un seul niveau qui ne peut être prédit. Le sujet doit donc fréquemment alterner entre les modes d'analyse (*switching*).

2. Avantage du niveau global

De nombreuses expériences réalisées selon ces principes ont montré une supériorité du niveau global sur le niveau local chez le normo-lecteur, à travers : 1) une plus grande rapidité du traitement de la cible lorsqu'elle apparaît au niveau global ; 2) une asymétrie de l'interférence entre les niveaux. Dans une tâche de focalisation de l'attention en local, les réponses sont en effet très perturbées par le niveau global (« pièges »), alors que l'interférence inverse est moins marquée. Selon Navon, cette asymétrie reflète le caractère inévitable du traitement de l'information globale. En 2005, Kéïta, Bedoin, Mérigot et Herbillon (cités par Bedoin et al., 2010) ont montré que cette asymétrie se développe progressivement. Les résultats de 144 enfants révèlent une gêne issue de l'interférence de chaque niveau pour les plus jeunes. Entre six et dix ans, les enfants développent ensuite un mécanisme d'inhibition des détails qui se traduit par l'établissement progressif de l'asymétrie de l'interférence.

Nous faisons l'hypothèse d'une anomalie de cet aspect développemental des mécanismes d'attention visuo-spatiale chez les enfants dyslexiques de surface.

3. Traitement des stimuli hiérarchisés par les dyslexiques de surface

Les dyslexiques de surface présentent un trouble de l'attention visuo-spatiale non spécifique au matériel verbal : une inversion de l'asymétrie de l'interférence (Bedoin et al., 2009). Ils présentent en effet une interférence issue du niveau global amoindrie par rapport à des enfants dyslexiques avec un trouble phonologique majeur, et par rapport à des enfants témoins pour l'âge ou pour le niveau de lecture (Bedoin et al., 2010). Ces enfants se focalisent facilement sur le niveau local et sont alors anormalement peu perturbés par l'information globale alors qu'ils subissent une interférence anormalement forte venant des détails lorsqu'ils tentent de se focaliser au niveau global, et ce, à la fois pour les lettres et les dessins hiérarchisés. Le trouble évalué est donc attentionnel, et non spécifiquement associé au matériel orthographique.

Ainsi, les enfants dyslexiques de surface semblent souffrir d'une attractivité irrésistible pour les détails qui vient gêner le traitement d'une forme globale. Ce déficit entrave donc certainement le bon développement de l'activité de lecture en empêchant l'utilisation de la procédure lexicale et, par conséquent, l'établissement d'un lexique orthographique suffisant pour permettre ensuite d'accéder à une lecture efficace.

Notre étude abordera donc la problématique générale de la prise en charge orthophonique d'enfants ayant une dyslexie de surface. Nous chercherons d'une part à spécifier la nature variable des troubles visuo-attentionnels contribuant à ce type de dyslexie afin d'en améliorer le diagnostic. D'autre part, nous essaierons d'améliorer, du moins en partie, à travers un entraînement spécifique, l'application de certains mécanismes attentionnels, et nous évaluerons le retentissement de ces progrès sur les compétences en lecture et en écriture sous dictée.

Chapitre II

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Si le courant unitaire évoque à l'origine de toute forme de dyslexie un unique déficit cognitif, le trouble phonologique, en revanche une approche pluraliste, dans laquelle s'inscrit notre mémoire, admet l'existence d'autres déficits cognitifs sous-jacents. Des difficultés d'apprentissage de la lecture qui persistent malgré l'absence de trouble phonologique supposent qu'un déficit d'un autre ordre en soit responsable. La dyslexie de surface, dont le diagnostic exclut la présence d'altérations acoustiques ou phonologiques majeures, serait ainsi sous-tendue par des troubles attentionnels visuo-spatiaux. Ils entraveraient alors le traitement efficace des informations orthographiques, et de fait, empêcheraient la constitution d'un lexique orthographique performant.

Des travaux ont effectivement mis en évidence une attirance démesurée pour les détails uniquement chez des enfants dyslexiques de surface, et non en cas de dyslexie phonologique. L'asymétrie de l'interférence est alors inversée, ce qui signifie que l'attention portée sur la forme globale d'un mot est perturbée par la prégnance des détails. Or, tous les enfants ayant une dyslexie de surface ne souffrent pas de ce déficit. D'autres travaux se sont d'ailleurs penchés sur l'existence de perturbations de l'orientation de l'attention spatiale chez ces enfants (Redsand, 2010).

L'objectif de notre étude est alors de préciser la nature de ces déficits visuo-attentionnels dans la dyslexie de surface. Il est aussi de tenter de remédier à certaines de ces anomalies. L'utilisation d'un outil d'aide au diagnostic récemment mis au point (*FocalDivi*, Bedoin et al., 2009) et la proposition d'un programme d'entraînement intensif et individuel, nous permettront-ils d'atténuer cette altération de l'appréhension attentionnelle (attraction irrésistible pour les détails), et par là même, d'accompagner des progrès dans le traitement du langage écrit (en favorisant la lecture par la voie lexicale) chez des enfants dyslexiques de surface ?

I. Hypothèses générales

Les enfants dyslexiques de surface souffrent de déficits visuo-attentionnels, notamment relatifs à l'application des modes d'analyse global et local sur l'information visuelle complexe. L'entraînement visuo-attentionnel effectué auprès de ces enfants permet de remédier à ces déficits, et de contribuer ainsi à l'évolution favorable des performances en lecture et en dictée.

Les difficultés visuo-attentionnelles associées à la dyslexie de surface peuvent aussi relever du domaine de l'orientation visuo-spatiale.

II. Hypothèses opérationnelles

1. Hypothèse opérationnelle 1

Les enfants dyslexiques de surface présentent fréquemment une attraction irrésistible pour les détails, soit une difficulté à les inhiber dans une scène visuelle complexe, au détriment du traitement global de la configuration. L'outil diagnostique *FocalDivi*, utilisant des stimuli hiérarchisés, détecterait cette perturbation qui devrait se manifester par une disparition, voire une inversion, de l'asymétrie classique de l'interférence.

2. Hypothèse opérationnelle 2

Grâce à l'entraînement intensif et informatisé ciblant la focalisation sur le niveau global et le passage entre niveaux d'analyse global/local (*switching*), il est possible de développer un mécanisme d'inhibition des détails non pertinents (comme le montrerait une réduction de l'interférence issue du local), mais aussi de rendre le traitement global plus spontané et inévitable (comme le montrerait un accroissement de l'interférence issue du global) et de rétablir, au moins partiellement, une asymétrie classique de l'interférence.

Les bénéfices du programme d'entraînement seraient durables, et resteraient observables au moins un mois après la fin de la période de stimulation intensive.

Ces progrès devraient aussi se manifester à travers une amélioration des performances dans des épreuves impliquant le traitement simultané de plusieurs éléments : l'épreuve de fenêtre de copie, l'épreuve de recherche d'indices verbaux et celle du Report Global.

3. Hypothèse opérationnelle 3

La diminution de cette attractivité excessive pour les détails s'accompagnerait d'un engagement dans l'utilisation de la procédure d'adressage, au lieu de la seule voie d'assemblage, lors des activités de lecture et d'écriture. Ces changements se manifesteraient par une amélioration de la lecture dans des épreuves de la Batterie Analytique du Langage Ecrit (Laboratoire CogniSciences, 2001), y compris pour les mots irréguliers (moins pour les pseudo-mots), et par un effet de plus en plus favorable de la haute fréquence lexicale des mots lus. Une accélération de la lecture des mots réguliers et irréguliers surviendrait grâce à l'utilisation d'une procédure automatique plus directe.

4. Hypothèse opérationnelle 4

Certains enfants dyslexiques de surface auraient un déficit visuo-attentionnel d'un autre ordre : une difficulté à inhiber le champ visuel droit, lorsque leur attention s'est orientée vers la gauche. Ce déficit, asymétrique, devrait se manifester dans une épreuve d'orientation visuo-spatiale indicée de façon endogène par une réduction anormale du coût en condition d'indication non valide pour une cible présentée en champ visuel droit.

5. Hypothèse opérationnelle 5

Les enfants dyslexiques de surface peuvent aussi s'avérer peu performants quand il s'agit d'orienter leur attention vers une cible proche de l'endroit où leur regard et leur attention sont fixés. L'encodage précis des lettres dans leur position relative à l'intérieur du mot est alors compromis. Une expérience d'orientation endogène, essentiellement destinée à détecter le déficit d'inhibition en champ droit, peut aussi être aménagée pour permettre le diagnostic de cet autre déficit d'orientation attentionnelle en proposant des cibles apparaissant plus ou moins loin du centre où l'attention est préalablement fixée. Ce matériel non verbal permettrait de préciser que ce trouble relève bien du domaine attentionnel.

Chapitre III

PARTIE EXPERIMENTALE

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

Notre étude est motivée par la volonté d'améliorer la prise en charge orthophonique des enfants ayant une dyslexie de surface. Leur rééducation s'avère souvent laborieuse, certainement à cause du manque de connaissances à propos des troubles cognitifs sous-jacents. Les épreuves de bilan à disposition s'adressent rarement aux fonctions visuo-attentionnelles probablement impliquées dans les déficits. En outre, la prise en charge orthophonique de ces enfants vise principalement à compenser la voie lexicale déficitaire et à renforcer la voie phonologique, malgré la lenteur associée à ce décodage. Cibler la restauration du trouble visuo-attentionnel pourrait être une démarche plus efficace, mais les outils pour cela sont rares. C'est pourquoi notre objectif est à la fois de préciser le diagnostic du déficit sous-jacent à la dyslexie de surface mais aussi d'évaluer l'impact d'une remédiation portant sur l'un des troubles visuo-attentionnels : l'attraction irréprensible pour les détails.

Notre recherche s'inscrit dans le cadre de travaux engagés à Lyon sous la direction de Bedoin (Bedoin et al., 2010 ; voir aussi Leculier & Roussel, 2007 ; Ducrocq-Dérignon, 2008 ; Fernandez, 2009 ; Redsand, 2010). Notre contribution consiste notamment à sélectionner des enfants dyslexiques de surface (DS) pour augmenter l'effectif des enfants qui suivent le programme d'entraînement visuo-attentionnel, et celui du groupe témoin qui permet des comparaisons. Cette sélection, ainsi que l'évaluation de l'efficacité du programme, est basée sur un ensemble de tests que nous détaillerons.

I. Participants

1. Méthode de sélection de l'échantillon

En 2007, Leculier et Roussel ont recruté quatre enfants DS qui ont été entraînés avec le programme. En 2008, Ducrocq-Dérignon a effectué l'entraînement d'un cinquième enfant et constitué un groupe témoin de trois enfants DS également. Fernandez (2009) a enrichi chacun des deux groupes de deux enfants supplémentaires. Nous avons complété ces deux groupes afin que chacun contienne dix enfants (cf. tableau 1).

Le recrutement a débuté dès le mois d'avril 2010 par l'intermédiaire d'orthophonistes exerçant en libéral dans la région lyonnaise ainsi qu'avec l'aide du réseau APEDYS. Nous ont alors été adressés des enfants pour lesquels le diagnostic de DS avait été posé par les professionnels qui les suivaient. Ils avaient été diagnostiqués selon les critères classiques (cf. critères d'inclusion et d'exclusion). Nous avons ensuite réalisé des tests complémentaires, afin qu'un bilan-type soit rempli pour chacun. A l'issue du bilan, nous avons seulement retenu les enfants pour lesquels les données se conformaient à nos critères : ils présentaient donc tous un profil de type « dyslexie de surface » et un déficit très marqué concernant les mécanismes cognitifs ciblés par la remédiation. Ainsi, parmi les 16 enfants que nous avons évalués, neuf enfants DS ont été retenus pour notre étude (six filles, moyenne d'âge : 10 ans 2 mois, écart-type : 9 mois ; et trois garçons, moyenne d'âge : 12 ans, écart-type : 1 an 3 mois). Six d'entre eux ont été inclus au groupe témoin et trois ont bénéficié du programme d'entraînement.

Tableau 1 : Caractéristiques relatives aux participants

	Nom	Sexe	Age chronologique	Age lexical	Retard en mois	Classe
Témoins	N.B.	M	9 ans 5 mois	7 ans 6 mois	23	CM1
	J.V.	M	10 ans 6 mois	7 ans 9 mois	33	CM2
	J.B.	M	11 ans 2 mois	7 ans 8 mois	42	CM2
	H.C.	M	9 ans 9 mois	7 ans 11 mois	22	CM2
	G.A.	M	12 ans 9 mois	10 ans 2 mois	31	6 ^{ème}
	T.D.	M	9 ans 8 mois	7 ans 9 mois	23	CM2
	B.S.	F	10 ans 6 mois	8 ans	30	CM2
	C.E.	F	11 ans 3 mois	8 ans 6 mois	33	6 ^{ème}
	M.Z.	F	9 ans 7 mois	7 ans 1 mois	30	CM1
	S.A.	F	9 ans 1 mois	7 ans 6 mois	19	CM1
Moyennes et écart-type (groupe témoin)			10 ans 4 mois (± 1 an 1 mois)	8 ans (± 10 mois)	28,6 mois (± 6,9 mois)	
Entraînés 2011	A.P.	M	13 ans 6 mois	9 ans 1 mois	53	5 ^{ème}
	A.H.	F	9 ans 11 mois	7 ans 6 mois	29	CM2
	C.B.	F	10 ans 5 mois	7 ans 7 mois	34	CM2
Entraînés 2009	J.B.	M	11 ans 5 mois	7 ans 3 mois	39	6 ^{ème}
	S.T.	F	11 ans 5 mois	8 ans	41	6 ^{ème}
Entraînés 2008	P.V.	M	9 ans 10 mois	8 ans 1 mois	21	CM2
Entraînés 2007	L.O.	M	10 ans 6 mois	8 ans 3 mois	27	CM2
	B.A.	M	9 ans 8 mois	7 ans 2 mois	30	CM1
	J.U.	M	9 ans 7 mois	7 ans 10 mois	21	CM1
	T.H.	M	10 ans 3 mois	7 ans 3 mois	36	CM2
Moyennes et écarts-types (groupe entraîné)			10 ans 8 mois (± 1 an 2 mois)	7 ans 10 mois (± 7mois)	33 (±7 mois)	

Les enfants qui ont pu bénéficier de l'entraînement ont suivi le même programme que celui utilisé par Roussel et Leculier (2007), Ducrocq-Dérigon (2008) et Fernandez (2009). Le groupe d'enfants témoins présente la même anomalie de l'asymétrie de l'interférence qui témoigne du trouble visuo-attentionnel dont souffre aussi le groupe entraîné. Les enfants des deux groupes sont appariés en âge lexical et chronologique. Lors des précédents travaux les enfants entraînés avaient suspendu toute rééducation orthophonique durant l'entraînement. Les enfants témoins avaient, eux, maintenus leur rééducation, mais il était demandé à l'orthophoniste de ne pas intervenir sur les compétences visuo-attentionnelles et de travailler prioritairement sur l'enrichissement du vocabulaire, par exemple. En revanche, dans notre étude les prises en charge orthophoniques n'ont été interrompues ni pour le groupe contrôle ni pour le groupe entraîné par soucis de conformité entre les deux groupes. Toutefois, il a été défini, en accord avec les orthophonistes, qu'aucune stimulation visuo-attentionnelle ne serait réalisée durant la durée du programme d'intervention.

Pour tester notre hypothèse d'un déficit d'inhibition en orientation visuo-spatiale chez des enfants DS, nous avons utilisé une épreuve d'orientation indicée de manière endogène, qui sera présentée comme une expérience à part. Les enfants de notre étude complètent en effet un échantillon d'enfants DS testés auparavant par Bedoin, pour former un total de 38 patients, comparés à un groupe contrôle d'enfants normo-lecteurs du même âge (n = 38).

2. Critères d'inclusion

Les enfants retenus pour notre étude devaient permettre un appariement selon l'âge entre les groupes entraîné et témoin, être scolarisés en classe de CE2 ou au-delà (automatisation de la lecture à partir de cette classe) et être droitiers manuellement (Test d'Edimbourg, Oldfield, 1971). Ils devaient présenter un retard de déchiffrement supérieur ou égal à 18 mois par rapport à l'âge réel de l'enfant, mais aussi un profil comportemental de DS (d'après les tests détaillés plus bas), avec une absence de trouble phonologique majeur (pas plus de trois épreuves métaphonologiques échouées sur sept), des déficits dans des épreuves d'attention visuelle, et surtout une absence d'asymétrie de l'interférence voire un renversement de cette asymétrie dans le test des stimuli hiérarchisés (*FocalDivi*).

3. Critères d'exclusion

Les enfants sélectionnés ne présentaient pas de retard intellectuel (QIP ou $QIV \geq 85$ avec le WISC IV), ni de troubles neurologiques et/ou psychologiques (e.g., trouble envahissant du développement) d'après l'anamnèse, ni de déficits sensoriels primaires visuels ou auditifs. Par ailleurs, aucun ne présentait de signes de trouble d'hyperactivité avec déficit attentionnel (syndrome TDA-H). Par ailleurs, les difficultés rencontrées en lecture par ces enfants devaient survenir malgré une scolarisation normale et un milieu socio-éducatif normalement stimulant, autrement dit en l'absence de carence affective et éducative. Enfin, les enfants ayant un trouble phonologique sous-jacent n'ont pas été retenus dans notre étude.

4. Lieu d'expérimentation

Une fois obtenu l'accord de l'enfant, de ses parents et de l'orthophoniste chargé de la rééducation, l'intervention s'est réalisée au domicile familial. La passation des épreuves de pré-test, mi-test, post-test 1 et post-test 2, ainsi que les séances d'entraînement, étaient donc réalisées dans un endroit clos et calme au sein du foyer familial.

II. Déroulement général de l'étude

L'étude comprend quatre étapes d'évaluation de l'évolution. Les deux groupes d'enfants DS ont participé à une même série de tests, mais seul le groupe d'enfants entraînés a bénéficié des exercices de remédiation entre ces phases. Pour le groupe entraîné, le programme était proposé cinq jours par semaine pendant deux semaines entre le pré-test et l'étape mi-test, puis à nouveau cinq jours par semaine pendant deux semaines entre le mi-test et le post-test 1. L'étape de post-test 2 a été réalisée un mois après la fin du programme afin d'évaluer la persistance d'éventuels progrès malgré l'arrêt des exercices de stimulation.

Tableau 2 : Déroulement de l'étude

	Groupe d'enfants dyslexiques DS entraînés		Groupe d'enfants DS témoins
	Phase pré-test : épreuves de lecture, épreuves d'orthographe, épreuves phonologiques et métaphonologiques, épreuves visuo-attentionnelles (dont <i>FocalDivi</i>)		
2 semaines	Session 1 : Entraînement au passage entre niveaux	Session 1 : Entraînement à la focalisation au niveau global	Rééducation orthophonique classique excluant des exercices visuo-attentionnels
	Phase mi-test : épreuve <i>FocalDivi</i>		
2 semaines	Session 2 : Entraînement à la focalisation au niveau global	Session 2 : Entraînement au passage entre niveaux	Rééducation orthophonique classique excluant des exercices visuo-attentionnelles
	Phase post-test 1 : épreuves de lecture, épreuves d'orthographe, épreuves phonologiques et métaphonologiques, épreuves visuo-attentionnelles (dont <i>FocalDivi</i>)		
1 mois	Reprise de la rééducation orthophonique classique, arrêt du programme d'entraînement		
	Phase post-test 2 : épreuve <i>FocalDivi</i>		

1. Evaluation du profil comportemental

1.1. Epreuves de lecture

Alouette (Lefavrais, 1967)

Ce test permet de déterminer l'âge lexical du lecteur, c'est-à-dire le niveau de déchiffrement par rapport aux enfants de même classe d'âge. Il consiste à lire à voix haute un texte de 265 mots sans signification particulière durant le temps imparti (trois minutes). La taille des caractères varie entre les paragraphes et des dessins autour du texte servent de distracteurs.

Cette épreuve de référence évalue si le retard de lecture d'un enfant est significatif. Ainsi, un retard de 18 mois par rapport à l'âge de l'enfant permet un diagnostic de dyslexie.

Lecture de mots et de non-mots (B.A.L.E., 2001)

Cette épreuve permet de préciser le profil comportemental en estimant l'efficacité de chacune des procédures de lecture (déficitaires et/ou préférentiellement utilisées). Elle consiste à lire 40 mots réguliers (i.e., conformes aux règles de conversion grapho-phonémique et pouvant être lus par la voie d'assemblage) fréquents et rares, 40 mots irréguliers fréquents et rares (lus par la voie lexicale car la conversion grapho-phonémique, seule, ne permet pas une prononciation correcte) et 40 non-mots (qui nécessitent l'application de la voie d'assemblage) correspondant aux autres mots, fréquents ou non, pour la longueur et la difficulté orthographique. L'examineur relève le

temps de lecture pour chaque série, le nombre d'erreurs et de mots correctement lus, ainsi que les types d'erreurs.

Concernant les enfants DS, une lecture plus difficile pour les mots irréguliers est attendue, avec des erreurs de régularisations, alors que celle des non-mots devrait être réussie (voie analytique préservée). La lecture des mots réguliers peut être préservée pour son exactitude, mais elle est généralement ralentie. L'effet normalement favorable de la fréquence des mots peut aussi être atténué.

1.2. Epreuve d'orthographe

Dictée de mots et de non-mots (B.A.L.E., 2001)

Cette dictée comporte cinq listes de dix items : des mots réguliers simples et complexes, des mots irréguliers, et des non-mots bisyllabiques et trisyllabiques. Elle évalue notamment l'intégrité des procédures lexicale et analytique d'orthographe et peut parfois mettre en évidence des difficultés graphiques. On relève le nombre et le type d'erreurs produites.

En ce qui concerne les enfants DS, leurs productions devraient révéler majoritairement des erreurs phonologiquement plausibles, et notamment des erreurs portant sur les graphies contextuelles. Les mots irréguliers sont en général particulièrement mal orthographiés mais souvent sous une forme phonologiquement plausible.

2. Evaluation de la voie phonologique

2.1. Epreuve phonologique de répétition (B.A.L.E., 2001)

L'épreuve consiste à faire répéter à l'enfant 16 mots, 16 pseudo-mots et 20 logatomes. Elle teste les capacités de décodage-encodage audiophonatoire, la mémoire phonologique et la programmation motrice. Cette épreuve devrait être réussie par les enfants DS.

2.2. Epreuves métaphonologiques (B.A.L.E., 2001)

Grâce à ces épreuves, nous testons la qualité et la conscience des représentations phonologiques de l'enfant.

Jugement de rimes

Cette tâche requiert la capacité à identifier l'attaque et la rime, puis à les manipuler mentalement pour les comparer. L'enfant doit déterminer si les 16 paires de mots entendus riment ou non. Il y a quatre conditions : parfois, les rimes syllabiques ont la même orthographe et les mots riment (e.g., ballon-mouton) ou non (e.g., hamac-tabac), parfois l'orthographe finale est différente et les mots riment (e.g., bilan-argent) ou non (e.g., tableau-cheval).

Suppression syllabique

Il s'agit d'évaluer si l'enfant identifie la frontière syllabique. Douze mots sont énoncés et il doit isoler mentalement la première syllabe pour prononcer la partie restante (e.g., torchon → /ʃ ɔ/).

Segmentation phonémique

Sont évaluées ici les capacités d'identification des unités phonémiques dans des mots entendus. Huit mots (de deux, trois ou quatre phonèmes) sont successivement énoncés à l'enfant qui doit les décomposer en phonèmes oralement (e.g., jouet → /ʒ-u-ɛ/).

Fusion de phonèmes initiaux

Cette tâche requiert une manipulation mentale délibérée des phonèmes. Dix paires de mots sont énoncées et l'enfant doit combiner le premier phonème de chacun des deux mots et prononcer la syllabe ainsi recomposée (e.g., Photo Artistique → /f a/).

Suppression de phonèmes initiaux

Une liste de dix mots est proposée oralement à l'enfant dont sept débutent par un groupe consonantique, deux par une voyelle à graphie complexe (e.g., ou, on) et un autre commence par une consonne unique (e.g., cane). L'enfant doit, pour chaque item, identifier le premier phonème du mot, le supprimer et prononcer la partie restante (e.g., outil → /t i/).

Suppression de phonèmes finaux

Dix mots sont énoncés à l'enfant dont six s'achèvent par une voyelle correspondant à une graphie complexe (e.g., pommeau), un autre par un groupe consonantique (e.g., socle) et trois se terminent par une voyelle ou une consonne simple (e.g., charme). L'enfant doit isoler et supprimer le dernier phonème, puis prononcer la partie restante (e.g., canon → /k a n/).

Reconnaissance du phonème initial

Pour cette tâche, dix séries de trois mots sont énoncées à l'enfant qui doit détecter le mot qui ne débute pas par le même phonème que les autres (e.g., bateau - pinceau - bison → pinceau).

2.3. Epreuves de mémoire à court terme (B.A.L.E., 2001)

Empan de chiffres endroit

Cette épreuve permet l'évaluation de la mémoire phonologique à court terme. Le score correspond au nombre maximal de chiffres que l'enfant peut retenir et restituer oralement et dans l'ordre. Le premier item contient deux chiffres, puis la quantité augmente progressivement jusqu'à ce que l'enfant commette deux échecs successifs. L'épreuve s'arrête à sept chiffres.

Empan de chiffres envers

Cet empan permet d'apprécier la mémoire de travail nécessaire à l'activité de lecture, notamment lors de l'utilisation de la procédure analytique. Le score correspond au nombre maximal de chiffres retenus et restitués oralement dans l'ordre inverse de l'énoncé. Les critères d'arrêt sont les mêmes que pour l'empan endroit.

3. Evaluation des capacités visuo-attentionnelles

3.1. Recherche d'indices verbaux (B.A.L.E., 2001)

Cette épreuve permet d'évaluer l'attention visuelle. En premier lieu, il s'agit d'une feuille où est répété le mot "DEUX" (en majuscule) sur quatre colonnes. Parmi eux se trouvent cinq intrus (jeux, doux, peux, yeux, feux) eux aussi en majuscule et composés de quatre lettres que l'enfant doit détecter et barrer le plus rapidement possible. Puis, une nouvelle feuille est présentée et cette fois le mot "DEUX" est répété selon une organisation anarchique (i.e., pas de colonne). Les mêmes intrus, doivent être recherchés et barrés. Le score, correspondant au nombre d'intrus relevés, et le temps de réalisation sont notés pour les deux types de présentation.

3.2. Epreuve de copie « La baleine paresseuse » (Decourchelle & Exertier, 2002)

Cette épreuve, sensible au trouble visuo-attentionnel, permet d'estimer la fenêtre de copie, c'est-à-dire le nombre de caractères retenus en une seule prise d'information visuelle sur le support avant de les recopier. Le texte est constitué de 117 mots de fréquence contrôlée (NOVLEX, Lambert & Chesnet, 2001). Lors de la passation, le texte est positionné face à l'enfant (à environ 30 cm) et fixé sur un support vertical afin d'observer les retours visuels au modèle. On arrête l'enfant au bout de trois minutes de copie.

Sont alors comptabilisés le nombre de retours visuels au modèle, le nombre de caractères copiés et le nombre d'erreurs (i.e., omissions de mots ou d'accents, lignes sautées, ou toute autre erreur orthographique). La fenêtre de copie est évaluée en divisant le nombre de caractères copiés par le nombre de retours visuels au modèle.

3.3. Epreuve de Report Global (Bosse et al., 2007)

Cette épreuve permet de mesurer l'empan visuo-attentionnel, c'est-à-dire le nombre d'éléments visuels qui sont traités simultanément et encodés en mémoire visuelle à court terme. Elle est organisée selon 20 items comportant chacun une séquence de cinq lettres, et précédés de dix essais. Ces stimuli apparaissent en noir sur un écran blanc d'ordinateur et les séquences de lettres sont constituées uniquement de consonnes (choisies aléatoirement parmi dix consonnes) ce qui rend la séquence imprononçable (e.g.,

FTRVZ). Les lettres sont en majuscule et disposées à un centimètre l'une de l'autre pour éviter un phénomène de masquage latéral.

Au début de chaque item, un point de fixation apparaît durant 1000 ms au milieu de l'écran, suivi d'un fond blanc pendant 500 ms. Ensuite, les cinq lettres apparaissent simultanément pendant 200 ms (cf. annexe 2). Dès leur disparition, l'enfant restitue oralement toutes les consonnes qu'il a vues. L'examineur note toutes les lettres bien rappelées, qu'elles soient dans l'ordre ou non.

Le pourcentage de lettres correctement nommées pour chacune des cinq positions, le pourcentage total de lettres rappelées, ainsi que le pourcentage de séquences correctement restituées dans leur intégrité sont calculés.

3.4. Epreuve d'orientation avec indiçage endogène

Principe

Le principe de cette expérience est celui de l'orientation de l'attention visuo-spatiale par un indice endogène, tel que proposé initialement par Posner (1980).

Participants

Outre les neuf enfants intégrés dans l'étude portant sur les effets du programme de remédiation, nous avons retenu les résultats des autres enfants DS rencontrés pour la création de notre échantillon, ainsi que les résultats d'autres enfants DS recueillis préalablement par Bedoin et ses collègues. Nous présenterons les résultats du groupe total de DS ainsi constitué ($n = 38$) et les comparerons aux données de 38 enfants contrôles pour l'âge, testés par Bedoin (voir aussi Redsand, 2010).

Stimuli et procédure

Après les 11 items d'essai, la liste comporte 200 items. Chaque item commence par l'apparition d'un point de fixation central (800 ms), en présence de quatre carrés (deux à gauche et deux à droite alignés sur le plan horizontal). Chaque carré fait $3.2^\circ \times 3.2^\circ$ d'angle visuel. Pour les cadres proches, le bord du carré le plus près du centre en est éloigné de 2.75° ; pour les cadres éloignés, le bord du carré le plus près du centre en est éloigné de 12.1° . Ce point est immédiatement remplacé par un indice endogène (flèche centrale), affiché pendant 550 ms, qui oriente l'attention du côté indiqué. La cible (étoile) apparaît dans l'un des quatre cadres (150 ms après l'apparition de l'indice, et reste à l'écran pendant 400 ms (cf. annexe 2). Cible et indice disparaissent simultanément. Dans 64% des cas l'indice est valide (i.e. la flèche indique le côté où la cible apparaît), mais il peut être non valide (16%) ou neutre (20%) avec l'apparition d'une double flèche. La moitié des cibles sont présentées à gauche, les autres à droite, et l'intervalle entre les items est de 1000 ms. La consigne est de ne pas déplacer le regard du centre de l'écran et d'interpréter l'indice central, présenté comme généralement fiable, avant de décider de quel côté la cible est apparue. Les index droit et gauche sont utilisés pour répondre, de manière aussi exacte et rapide que possible.

Matériel

L'expérience a été programmée avec le logiciel PsyScope (Cohen, MacWhinney, Flatt, & Provost, 1993) et est présentée sur un ordinateur Macintosh portable.

Mécanismes cognitifs étudiés

Classiquement, ce type d'épreuve permet d'étudier les capacités d'engagement, de désengagement et de déplacement de l'attention. En proposant une condition neutre (non systématique dans ce genre d'étude), nous pourrions dissocier deux composantes de l'effet de validité de l'indice : 1/ le bénéfice (= performances en condition neutre - performances en condition valide) qui témoigne de la capacité à interpréter l'indice endogène et à engager l'attention spatiale en l'orientant en fonction de son influence, 2/ le coût (= performances en condition neutre – performances en condition non valide) représente le retard censé refléter l'opération de désengagement attentionnel, préalable à la réorientation de l'attention vers une cible située ailleurs que du côté indicé. Les capacités de déplacement de l'attention peuvent être appréciées en évaluant l'effet de la distance entre la fixation centrale et la cible. Selon Cohen et al., (1994), le coût peut aussi être interprété comme le reflet d'un mécanisme d'inhibition exercé par le participant sur le champ visuel opposé à celui dans lequel son attention s'engage. Cette inhibition, sorte d'ignorance active que nous appellerons « inhibition concomitante », est utile pour privilégier la partie de l'espace sélectionnée (LaBerge & Brown, 1989 ; Mounts, 2000). En conséquence, un coût anormalement fort peut être interprété comme un déficit du désengagement, et un coût anormalement faible pourrait témoigner d'un déficit du mécanisme d'inhibition concomitante.

3.5. Epreuve d'attention focalisée *FocalDivi* (Bedoin, Lévy-Sebbag, & Kéïta, 2005, cités par Bedoin et al., 2009)

Principe

Il s'agit d'une épreuve de focalisation attentionnelle (tantôt sur le niveau global, tantôt sur le niveau local) constituée de stimuli hiérarchisés eux-mêmes composés de lettres ou de dessins d'objets. Le stimulus est présenté rapidement en champ visuel droit (CVD) ou gauche (CVG), de manière non prédictible. Cela permet d'apprécier l'implication de l'un et l'autre hémisphère pour chaque niveau d'analyse, aspect des résultats qui ne sera pas présenté ici, car non directement lié à nos hypothèses (mais voir Bedoin et al., 2010). Cette épreuve nous permet surtout de sélectionner des enfants DS présentant un trouble visuo-attentionnel d'inhibition des détails et/ou un déficit de traitement global spontané de l'information visuelle. L'utilisation de lettres et de dessins d'objets permet de ne pas se limiter à un matériel orthographique, potentiellement gênant pour le patient. La nature orthographique ou non du matériel n'est pas anodine concernant la dominance hémisphérique induite par le traitement global et local (Kéïta & Bedoin, 2010), mais les résultats présentés ici seront moyennés sur les lettres et les dessins hiérarchisés, puisque nous n'interpréterons pas la dominance hémisphérique.

Stimuli

L'épreuve se décline en quatre blocs de 128 items : l'enfant doit se concentrer sur le traitement global des lettres hiérarchisées, ou sur leur traitement local et sur le traitement global des dessins hiérarchisés, ou sur leur traitement local. Les dessins sont un cœur, une croix, une étoile, un champignon ou un croissant de lune ; les lettres sont E, M, A, H, ou T. Dans chaque bloc, 50% des cibles sont présentées en CVD, les autres en CVG. Chaque stimulus hiérarchisé est inscrit dans un rectangle virtuel de 3.8° (horizontal) $\times$ 4° (vertical) d'angle visuel, et chaque petit élément dans un carré de $0.35^\circ \times 0.4^\circ$. Chaque stimulus contient au niveau indiqué l'une des deux cibles (étoile ou lune ; E ou M) que le participant doit identifier. Dans une petite proportion d'items (32 « pièges » pour 96 contrôles dans chaque bloc), la cible concurrente est présente au niveau qui doit être ignoré. Une diminution des performances en condition « piège » par rapport à la condition contrôle (sans « piège ») témoigne d'une sensibilité à l'interférence issue du niveau qui doit être ignoré. Chez les adultes et les enfants à partir de dix ans (mais pas avant), l'interférence issue du niveau global est plus forte que l'interférence issue du niveau local (pour une étude développementale de ce phénomène, voir Bedoin et al., 2010). Cette asymétrie de l'interférence pourrait être annulée ou inversée dans la DS.

Procédure

Le choix de commencer par les blocs lettre ou dessin est aléatoire. En revanche, il est impératif de débiter par le niveau local suivi du bloc en niveau global. Avant de commencer l'épreuve, quelques exemples sur support papier sont présentés à l'enfant afin de vérifier que la consigne est comprise.

L'enfant est assis à 57 cm de l'écran en face de lui. Les examinateurs ne restent pas dans son champ visuel pour éviter de le dissiper. Chaque essai débute par un signe = utilisé comme point de fixation au centre de l'écran où il reste 975 ms, et l'enfant a pour consigne de poser son regard sur ce centre durant toute l'épreuve. Le stimulus hiérarchisé apparaît à gauche ou à droite, 800 ms après l'apparition du signe =. Ainsi, le stimulus et le point de fixation restent tous deux à l'écran durant 175 ms. L'enfant doit décider laquelle des deux cibles (une étoile ou une lune ; la lettre E ou M) est apparue au niveau qui lui a été indiqué au début du bloc, qu'il soit local ou global (cf. annexe 2). Pour répondre, il appuie le plus vite possible sur les touches du clavier correspondantes (touches V (gauche) ou N (droite) plus facilement repérables par des gommettes) avec ses deux index. Deux étiquettes sont placées de part et d'autre du clavier pour rappeler l'association touche-cible. L'enfant est prévenu que chaque stimulus contient bien une des cibles. L'essai suivant débute 1000 ms après la réponse précédente. La consigne est précisée avant chaque bloc. Chaque bloc commence par une série de 12 essais sur l'écran. L'ensemble de l'épreuve dure environ 45 minutes.

Matériel

Elaborée avec le logiciel PsyScope, cette épreuve est utilisable sur les ordinateurs Macintosh. Une version pour PC est en cours d'étalonnage avant une prochaine mise à disposition de l'épreuve auprès de professionnels de santé.

III. Programme d'entraînement

Le programme de remédiation proposé à ces enfants DS a pour but de solliciter à la fois la distribution volontaire de l'attention sur l'ensemble d'un stimulus visuel complexe, l'inhibition de l'information concurrente au niveau local mais aussi l'alternance entre le traitement des détails et l'appréhension de la configuration. Ainsi, l'objectif majeur est de favoriser l'analyse globale d'une information visuelle complexe, malgré la présence de nombreux détails qui attirent exagérément leur attention.

1. Méthode d'entraînement

Ce programme d'entraînement considère les exigences requises quant à un projet de rééducation. D'une part, il est constitué d'exercices utilisant des tâches et un matériel différent de celui destiné à l'évaluation du trouble d'attraction irrépressible pour les détails (*FocalDivi*). D'autre part, l'entraînement s'effectue individuellement ce qui est semblable au contexte d'une rééducation orthophonique. L'intervention est ainsi plus adaptée aux déficits repérés initialement. Cette intervention s'organise en deux sessions de dix séances chacune, soit 20 séances réparties sur quatre semaines à raison de cinq jours par semaine. La durée moyenne des séances est de 20 minutes, le soir après l'école. Une certaine intensité a été choisie pour se conformer à d'autres protocoles d'entraînement ayant eu un certain bénéfice. Les rééducations intensives, dont l'objectif clairement défini est évalué avec rigueur, seraient garantes d'efficacité. De plus, nous nous sommes attachés à maintenir la motivation de l'enfant en effectuant un traitement quotidien des données afin de lui faire part de son évolution. Malgré l'indispensable partenariat volontaire préalablement établi avec l'enfant, il était nécessaire de conserver un investissement suffisant, en le considérant comme un véritable acteur de sa rééducation via la restitution régulière de ses résultats.

L'entraînement est proposé en deux sessions de deux semaines. Dans l'une, l'enfant est entraîné à l'alternance entre les niveaux global et local, dans l'autre il est essentiellement entraîné à se focaliser sur le niveau global et à inhiber les détails non pertinents (cf. tableau 2).

2. Entraînement au passage entre niveaux : *switching* (cf. annexe 3)

2.1. Exercice *Panneaux Alternance*

Stimuli et procédure

Cet exercice comprend 149 stimuli. Chacun est constitué d'un panneau blanc ou bleu sur lequel se trouve une grande flèche ($0.8^\circ \times 0.2^\circ$), à l'intérieur de laquelle est présentée une petite flèche ($0.35^\circ \times 0.1^\circ$). Pour 50% des items, la grande flèche est blanche et la petite est bleue, pour les autres, c'est l'inverse. Dans 50% des cas, chaque flèche pointe vers le haut ou le bas. En condition congruente, les deux flèches indiquent la même direction (50% des items), en condition non congruente elles indiquent des sens opposés. Les

stimuli sont ainsi répartis en quatre blocs comprenant des pauses. Chaque bloc commence par cinq items d'essai. L'exercice dure environ sept minutes.

Tâche

Il est demandé à l'enfant de décider si la flèche blanche indique le haut ou le bas. Si elle est orientée vers le haut, il appuie avec son index sur la touche « 6 », si elle indique le bas, il répond en appuyant sur la touche « 3 » avec son majeur. Les réponses doivent être données le plus rapidement possible tout en s'efforçant d'être exact. La flèche blanche étant parfois la grande, parfois la petite, l'enfant est implicitement conduit à alterner d'un niveau d'analyse à l'autre.

2.2. Exercice Triplets Simple

Stimuli et procédure

Pour chaque item, trois stimuli apparaissent simultanément et restent à l'écran jusqu'à ce que l'enfant réponde. Il s'agit d'une forme, en haut au centre, et de deux dessins hiérarchisés situés de part et d'autre de la forme, en dessous. La forme du haut peut représenter un cœur, une coupe, une étoile ou un croissant de lune, et mesure 2.6° de côté. Le stimulus hiérarchisé est, par définition, constitué d'un grand dessin composé de la répétition d'un petit dessin différent. Le dessin global mesure 5.5° de côté et le dessin local 0.4° . Ce rapport induit un avantage du niveau global sur le local chez les normo-lecteurs. Pour chaque item, un dessin identique à la cible du haut se retrouve dans un des deux stimuli hiérarchisés du bas, soit au niveau global, soit au niveau local, dans 50% des cas à gauche, sinon à droite. Il n'est pas possible d'anticiper le niveau auquel la cible est présentée. L'intervalle entre les items est de 1000 ms. L'exercice dure environ 11 minutes, ponctuées de pauses.

Tâche

L'enfant a pour consigne de désigner, par l'appui sur la touche V (gauche) ou N (droite), le stimulus hiérarchisé dans lequel est apparue la forme cible du haut, le plus rapidement possible sans commettre d'erreurs.

2.3. Exercice Triplets Complexe

Stimuli et procédure

L'unique différence avec l'exercice Triplets Simple est que la cible du haut est ici un dessin hiérarchisé, et non simplement une forme. Ce dessin hiérarchisé contient, au niveau global ou local, un élément commun avec un seul des deux stimuli du bas. Dans 50% des cas, la cible apparaît dans le stimulus hiérarchisé de droite, tantôt visible au niveau global (50%), tantôt au niveau local (50%). Cet exercice comprend 285 items. Un mécanisme identique à celui de Triplets Simple est donc sollicité, la tâche est toutefois plus complexe. Les stimuli sont répartis en cinq blocs dont les cinq premiers items sont des essais. L'enfant peut faire quatre pauses. L'intervalle entre les essais est de 1000 ms. L'exercice dure environ sept minutes.

Tâche

L'enfant doit se concentrer sur la cible du haut pour ensuite chercher le dessin hiérarchisé du bas avec lequel il est possible de l'apparier. La bonne réponse doit être trouvée le plus vite possible en appuyant sur la touche située du côté du stimulus (V ou N) où apparaît l'élément commun à la cible du haut. Les stimuli restent à l'écran jusqu'à ce que l'enfant réponde.

3. Entraînement à la focalisation sur le niveau global (cf. annexe 4)

3.1. Exercice *Panneaux Global*

Stimuli et procédure

Chaque item présente un panneau contenant deux flèches imbriquées, l'une bleue, l'autre blanche. Dans 50% des cas, la grande flèche couvre 2° de long et 0.55° de large, et la petite 1° de long et 0.15° de large. Dans l'autre moitié des cas, la grande flèche mesure 1° de long et 0.15° de large, et la petite 0.3° de long et 0.06° de large. L'ensemble des deux flèches représente donc parfois un grand stimulus, parfois un plus petit. Ces deux flèches peuvent indiquer la même direction (condition congruente), des directions opposées (condition non congruente), la petite flèche peut aussi ne pas avoir de pointe (condition neutre). Le panneau reste à l'écran jusqu'à la réponse de l'enfant. L'intervalle inter-items est de 1200 ms. Les stimuli sont répartis en six blocs, avec cinq pauses. Chaque bloc débute par trois essais, l'exercice complet contient 179 stimuli et dure environ cinq minutes.

Tâche

L'enfant a pour consigne de décider du sens de la grande flèche et d'appuyer sur la touche correspondante (« 3 » ou « 6 ») le plus rapidement et le plus justement possible. La taille des flèches variant, l'enfant doit non seulement procéder à un ajustement de la fenêtre attentionnelle, mais aussi, et surtout, juger correctement de l'élément sur lequel son attention doit prioritairement se porter et donc bien appréhender le rapport de taille entre ces deux flèches.

3.2. Exercice *Triplets Global*

Stimuli et procédure

Cet exercice propose une tâche très similaire à celle de Triplets Simple. Il comprend également trois éléments : une forme simple de 2.6° de côté, centrée en haut, et deux dessins hiérarchisés de part et d'autre, en dessous. Les stimuli hiérarchisés sont de taille similaire à ceux de Triplets Simple, la principale différence est que l'un des stimuli hiérarchisés contient le même dessin que celui de la cible mais ce, toujours au niveau global. Dans 50% des cas, la cible apparaît dans le stimulus hiérarchisé de droite, dans les 50% restants dans celui de gauche. Il peut arriver qu'un des stimuli hiérarchisés laisse apparaître la forme cible au niveau local, ce qui représente un leurre pour l'enfant. Au

total, l'enfant est soumis à 108 items répartis en cinq blocs. Chaque bloc comprend six essais et est séparé du bloc suivant par une pause. L'exercice dure environ sept minutes.

Tâche

L'enfant doit se concentrer sur la forme du haut, puis retrouver cette cible uniquement au niveau global dans l'un des deux dessins hiérarchisés du bas, en s'efforçant d'ignorer la présence de cette même cible au niveau local dans l'autre stimulus, en cas de « piège ». L'enfant appuie sur la touche de droite ou de gauche selon le stimulus hiérarchisé choisi.

Chapitre IV

PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats présentés ci-après font référence à l'étude réalisée cette année et aux travaux effectués en 2007, 2008 et 2009 respectivement par Roussel et Leculier, Ducrocq-Dérignon et Fernandez. L'effectif total comprend donc 20 enfants répartis en deux groupes d'effectif équivalent : dix enfants entraînés et dix enfants témoins. L'évolution des performances aux différentes épreuves est donc présentée ici en comparant les deux groupes formés. L'analyse des résultats considère comme pathologique tout score inférieur à -1,5 écart-type (ET).

I. Analyse statistique des données

Pour chaque enfant de l'étude, nous avons calculé la valeur moyenne de trois effets dans l'épreuve *FocalDivi*, qui constituent les variables dépendantes dans nos analyses.

Il s'agit de :

- l'interférence issue du niveau local qui correspond à la soustraction de la performance en condition contrôle à la performance en condition avec interférence, et ce lorsque la consigne est une focalisation au niveau global ;
- l'interférence issue du niveau global qui représente la soustraction de la performance en condition contrôle à la performance en condition avec interférence, lorsque la consigne est une focalisation au niveau local ;
- l'asymétrie de l'interférence qui est calculée par la soustraction de l'interférence issue du niveau local à l'interférence issue du niveau global. Cette différence est normalement positive chez les normo-lecteurs.

Etant donné la petite taille de notre échantillon, nous avons appliqué des tests non paramétriques sur ces valeurs. Le test de Friedman a permis d'évaluer globalement si chacun de ces trois effets évoluait au fil des étapes, séparément dans le groupe d'enfants entraînés et dans le groupe témoin (contrôle). L'analyse a ensuite été affinée avec le test U de Mann-Whitney en comparant les deux groupes pour chaque effet, ceci isolément pour chacune des trois étapes. Enfin, le test de Wilcoxon a permis d'apprécier l'évolution de chaque effet entre les étapes considérées deux à deux, ceci séparément pour chaque groupe.

Les analyses ont porté sur les temps de réponse (TR) correspondant aux décisions exactes, après suppression des données considérées comme déviantes car s'écartant de la moyenne du participant dans la condition étudiée (i.e., plus ou moins deux ET). Nous avons par ailleurs traité les pourcentages d'erreurs (ER) de la même manière. Le seuil de significativité est fixé à $p < .05$.

En outre, des tests non paramétriques évaluent l'influence de l'entraînement visuo-attentionnel sur l'écart-type des enfants par rapport à la norme dans les différentes épreuves effectuées avant et après la période de remédiation dans les groupes entraîné et témoin.

II. Résultats aux différentes épreuves utilisées

1. Effets de l'entraînement sur l'épreuve *FocalDivi*

Les analyses font ressortir dans cette épreuve des résultats plus marquants sur les TR que sur les ER.

1.1. Analyse des temps de réponse

Le test de Friedman nous apprend tout d'abord que l'asymétrie de l'interférence s'accroît au fil des étapes dans le groupe d'enfants entraînés, $\chi^2(3) = 16.20, p < .001$, comme l'illustre la figure 1. A l'inverse, il n'y a pas d'effet général des étapes sur cette asymétrie dans le groupe témoin, $\chi^2(3) = 5.64, p < .13$. Par ailleurs, l'asymétrie de l'interférence ne diffère pas entre les deux groupes lors du pré-test, $z = .76, p < .45$, alors qu'elle est plus forte dans le groupe d'enfants entraînés que dans le groupe d'enfants témoins dès l'étape du mi-test, $z = 2.72, p < .007$. Cette différence persiste au post-test 1, $z = .76, p < .45$, ainsi qu'au post-test 2, $z = 2.57, p < .01$.

Une série de tests de Wilcoxon permet de mieux comprendre le rythme auquel l'asymétrie de l'interférence évolue. Comme l'illustre la figure 1, cette asymétrie augmente faiblement dans le groupe témoin et aucun changement n'est significatif entre deux étapes qu'elles soient successives ou non. En revanche, dans le groupe d'enfants entraînés, cette asymétrie de l'interférence augmente fortement entre le pré-test et le mi-test, $z = 2.70, p < .007$. L'augmentation progresse encore en post-test 1 mais de manière non significative, $z = 1.27, p < .21$. Il n'y a plus de progrès notables ensuite, mais aucune régression n'est cependant notée. Cette stabilité entre les post-tests 1 et 2 est aussi reflétée par le maintien de la différence significative entre les conditions du pré-test et celles du post-test 2, $z = 2.20, p < .007$.

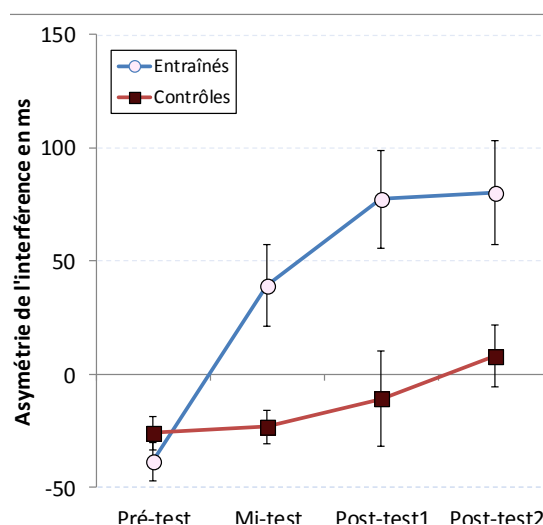


Figure 1 : Asymétrie de l'interférence (interférence issue du niveau global moins interférence issue du niveau local) sur la vitesse moyenne de réponse dans les deux groupes aux quatre étapes de la prise en charge. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

Concernant l'interférence issue du niveau local, l'effet des étapes s'avère significatif seulement dans le groupe entraîné, $\chi^2(3) = 16.44$, $p < .0009$, mais ne l'est pas dans le groupe témoin, $\chi^2(3) = 6.84$, $p < .08$ (cf. figure 2). L'interférence issue du local n'est pas statistiquement différente entre les deux groupes à l'étape du pré-test, $z = -1.66$, $p < .10$. Néanmoins, dès l'étape du mi-test, l'interférence issue du local est plus faible chez les enfants entraînés que chez les enfants témoins, $z = 2.42$, $p = .016$. Cette différence persiste en post-test 1, $z = 2.57$, $p < .01$, et demeure sous la forme d'une tendance lors du post-test 2, $z = 1.74$, $p = .08$. L'observation de la courbe représentant l'évolution de l'interférence issue du niveau local chez les enfants témoins révèle peu de changement au fil du temps, ce que confirme l'absence de différence significative entre les différentes étapes, qu'elles soient successives ou non. En revanche, dans le groupe d'enfants entraînés, l'interférence issue du local diminue fortement entre le pré-test et le mi-test, $z = 2.80$, $p < .005$, et cette diminution s'accroît encore, mais de manière non-significative, entre l'étape du mi-test et celle du post-test 1, $z = 0.76$, $p < .45$. La recrudescence de l'interférence issue du local au post-test 2 par rapport au post-test 1 n'est pas significative, $z = 1.68$, $p < .09$, et ne permet pas de ramener les performances des enfants au niveau de sensibilité qu'ils présentaient à l'étape du pré-test, puisque la diminution de l'interférence issue du niveau local entre le pré-test et le post-test 2 reste significative, $z = 2.50$, $p = .013$.

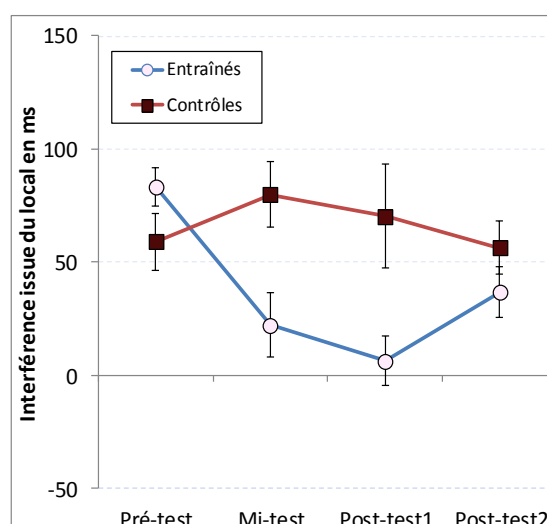


Figure 2 : Interférence issue du niveau local sur les temps de réponse dans les deux groupes d'enfants aux quatre étapes de la prise en charge. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

Quant à l'interférence issue du niveau global, elle change aussi significativement au cours des étapes dans le groupe d'enfants entraînés, $\chi^2(3) = 10.68$, $p < .014$, mais pas dans le groupe des enfants témoins, $\chi^2(3) = 3.36$, $p < .34$. Comme l'illustre la figure 3, l'interférence issue du niveau global n'est statistiquement pas différente entre les deux groupes à l'étape du pré-test, $z = 1.13$, $p < .26$; elle ne l'est pas davantage à l'étape du mi-test, $z = 0.22$, $p < .82$, ni en post-test 1, $z = 0.98$, $p < .33$. C'est seulement lors du post-test 2 que l'interférence issue du global est significativement plus forte chez les enfants entraînés que chez les enfants témoins, $z = 2.04$, $p < .042$. L'allure des courbes (cf. figure 3) montre que l'évolution des performances des deux groupes est similaire entre les deux premières étapes de l'intervention, avec une légère augmentation de la sensibilité à l'interférence issue du niveau global, qui reste toutefois non significative dans chaque groupe. Par la suite, la courbe représentant le groupe témoin reste stable, tandis que celle

des enfants entraînés augmente progressivement. Si, chez ces derniers, la différence entre le pré-test et le post-test 1 n'est pas encore significative, $z = 1.68$, $p = .092$, elle le devient entre le pré-test et le post-test 2, $z = 2.60$, $p < .01$.

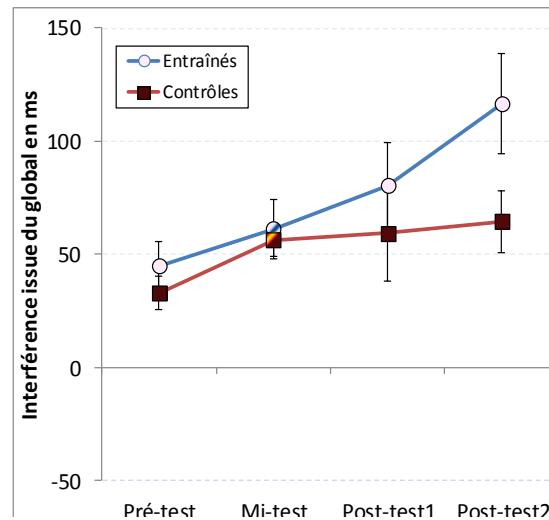


Figure 3 : Interférence issue du niveau global sur les temps de réponse dans les deux groupes d'enfants aux quatre étapes de la prise en charge. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

1.2. Analyse des pourcentages d'erreurs

Concernant l'asymétrie de l'interférence pour les ER, le test de Friedman ne fait ressortir aucun effet significatif des étapes de l'intervention, que ce soit chez les enfants entraînés ou non entraînés, respectivement, $\chi^2(3) = 1,97$, $p < .58$ et $\chi^2(3) = 3,61$, $p < .31$. Il en est de même pour l'interférence issue du niveau local, respectivement, $\chi^2(3) = 3,03$, $p < .39$, et $\chi^2(3) = 4,03$, $p < .26$, et pour l'interférence issue du niveau global, respectivement, $\chi^2(3) = 4,68$, $p < .20$ et $\chi^2(3) = 1,12$, $p < .77$.

Comme l'illustre la figure 4a, l'asymétrie de l'interférence ne diffère jamais clairement entre les deux groupes, quelle que soit l'étape. Au sein de chaque groupe, aucune différence n'émerge non plus entre les étapes.

Contrairement aux données sur les TR, les pourcentages d'ER révèlent de légères différences entre les deux groupes lors du pré-test. Les enfants entraînés sont plus sensibles que les enfants témoins à l'interférence issue du niveau local, $z = 2.42$, $p < .02$. Cette observation rend les enfants témoins particulièrement atypiques sur ce plan, mais ils sont aussi plus sensibles que les contrôles à l'interférence issue du global, $z = 2.23$, $p < .03$, ce qui les rend moins atypiques que les témoins sur cet autre plan. Par conséquent, les deux groupes sont finalement équilibrés entre eux en phase de pré-test concernant l'asymétrie de l'interférence, bien que celle-ci reflète davantage un déficit d'inhibition des détails chez les enfants entraînés et davantage un déficit de traitement spontané de la forme globale chez les enfants témoins. Ce petit déséquilibre se manifeste uniquement sur les pourcentages d'erreurs.

Après la légère différence entre les groupes pour l'interférence issue du local en pré-test, il n'y a plus ensuite de différence significative entre les deux groupes. L'évolution des

pourcentages d'erreurs chez les enfants entraînés ne montre pas de différence significative quant à la sensibilité à ce type d'interférence entre les étapes prises deux à deux, qu'elles soient successives ou non. Par contre, les enfants témoins deviennent encore plus sensibles à l'interférence issue du local en post-test 2 qu'en pré-test, $z = 2.04$, $p < .042$, ce qui témoigne d'une manifestation de plus en plus accentuée du trouble au fil des passations seulement dans le groupe non entraîné.

Enfin, l'interférence issue du niveau global, qui est un peu plus élevée en pré-test dans le groupe entraîné, n'est plus différente entre les groupes lors du mi-test, $z = 1.13$, $p < .26$, mais le redevient ensuite en post-test 1, $z = 2.08$, $p < .04$, et en post-test 2, $z = 2.46$, $p < .015$. Alors qu'aucune différence n'atteint le seuil de significativité entre les différentes étapes dans le groupe témoin, une tendance à l'accentuation de l'interférence issue du niveau global est en revanche observée entre le pré-test et le post-test 2 chez les enfants entraînés, $z = 1.78$, $p < .075$. La figure 4c montre que cette augmentation du traitement spontané de la forme globale se manifeste tardivement, essentiellement entre les étapes des post-tests 1 et 2, $z = 1.78$, $p < .075$.

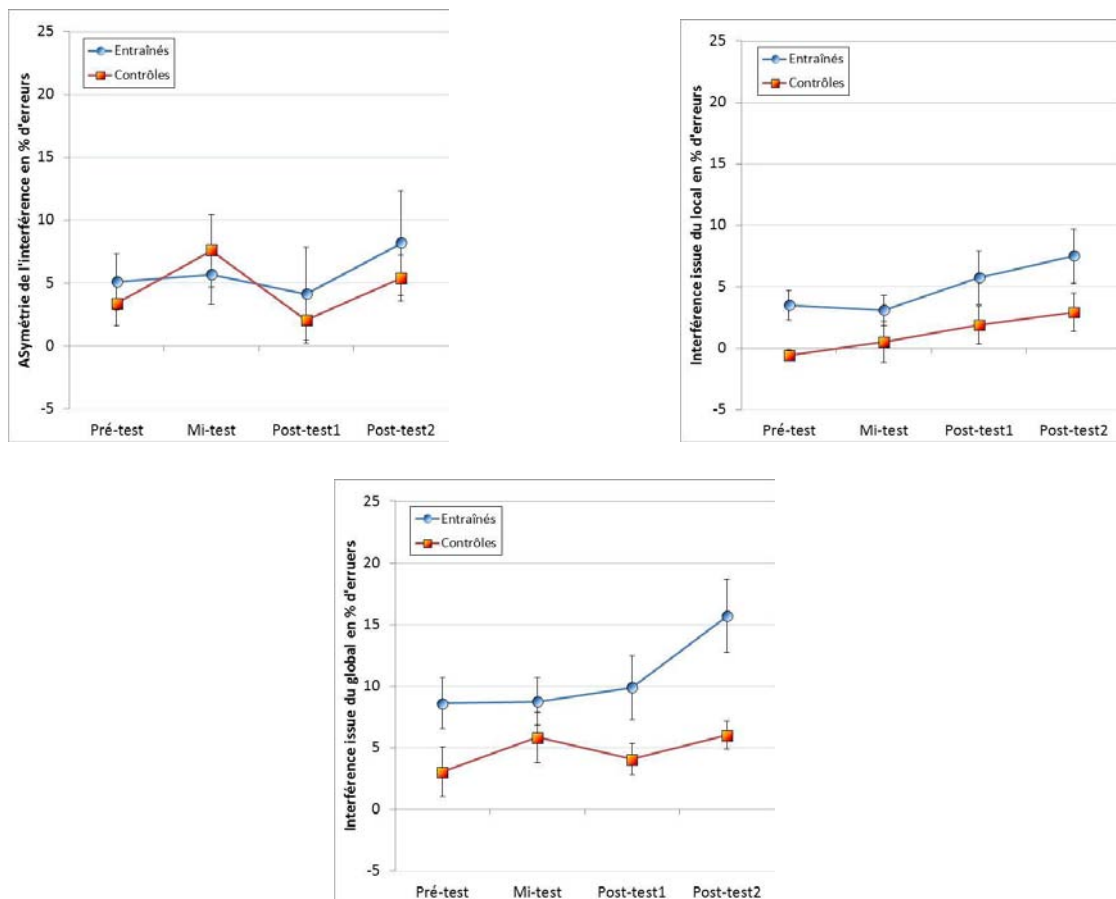


Figure 4 : Evolution des pourcentages d'erreurs entre les étapes dans les deux groupes d'enfants pour, a/ (en haut à gauche) l'asymétrie de l'interférence (interférence issue du global moins interférence issue du local), b/ (en haut à droite) l'interférence issue du niveau local, c/ (en bas) l'interférence issue du niveau global. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

2. Effets de l'entraînement sur les tests de langage écrit et d'attention

L'analyse détaillée de ces effets fait ressortir des progrès en lecture plus marqués chez les enfants entraînés que chez les enfants témoins. Pour les mots réguliers, bien que les performances se situent toujours dans la frange négative de l'écart-type par rapport à la norme, l'amélioration de la vitesse de lecture atteint le seuil de significativité chez les enfants entraînés, $z = 2.07$, $p = .038$, mais pas chez les enfants témoins, $z = 1.82$, $p = .069$. Comme le montre la figure 5a, ce constat va de pair avec une amélioration des scores qui, sans être significative, permet d'écarter une interprétation en termes d'échange entre rapidité et exactitude. Il en est de même pour la lecture de mots irréguliers, dont la vitesse s'améliore après l'entraînement, $z = 1.95$, $p = .05$, ce qui n'est pas le cas dans le groupe témoin, $z = 0.56$, $p = .58$ (cf. figure 5b). Cette amélioration va également de pair avec celle des scores, qui est toutefois non significative et qui montre ici encore que l'accélération des réponses ne se fait pas au détriment de l'exactitude de la lecture.

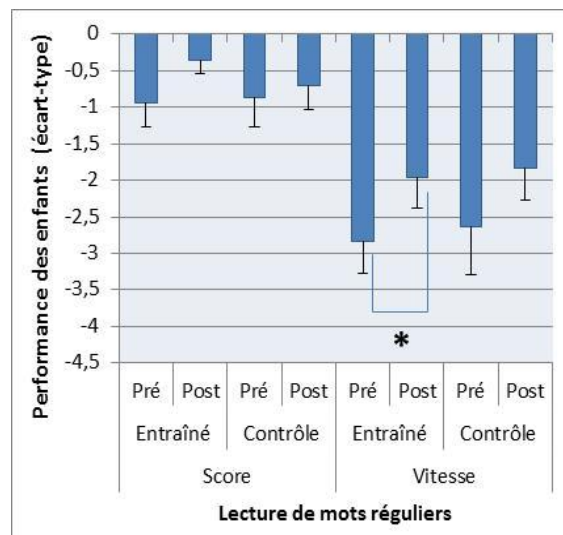


Figure 5a : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, en lecture de mots réguliers. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

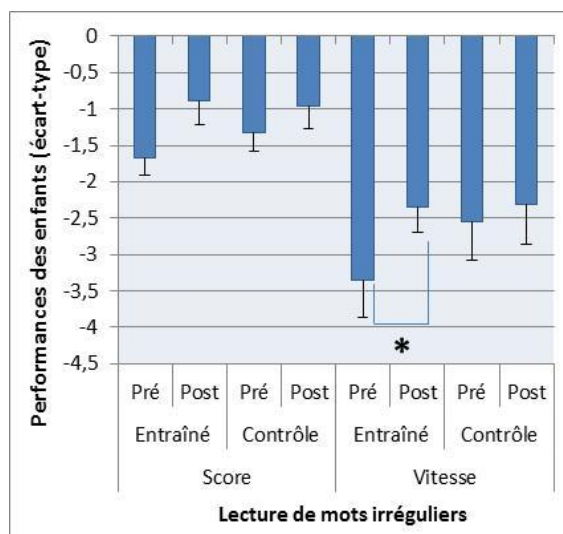


Figure 5b : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, en lecture de mots irréguliers. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

Avec l'entraînement proposé, les performances des enfants entraînés en lecture deviennent aussi plus sensibles à la fréquence lexicale. Cet effet est particulièrement marqué pour la lecture des mots irréguliers, pour lesquels la rareté (basse fréquence) détériore les performances de manière significative en terme de vitesse, $z = 1.95, p = .005$, avec un effet non significatif mais dans la même direction pour les scores, $z = 1.68, p = .09$. Ce phénomène n'apparaît pas chez les enfants du groupe témoin, comme l'illustre la figure 6b. Dans le cas de la lecture des mots réguliers, l'échange entre la rapidité et l'exactitude observable sur la figure 6a n'autorise pas une telle interprétation.

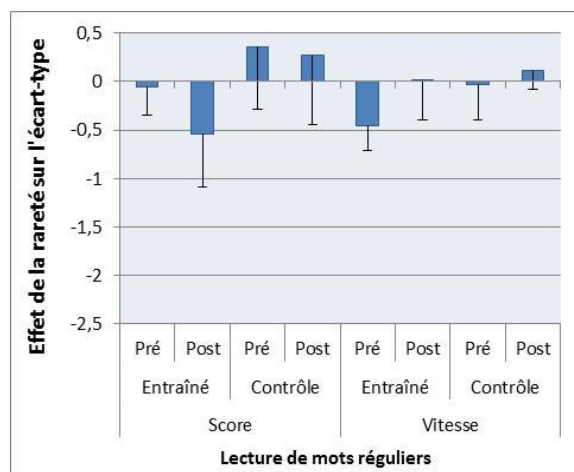


Figure 6a : Effet de la rareté lexicale des mots réguliers sur les performances des enfants estimées en écart-type à la norme. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

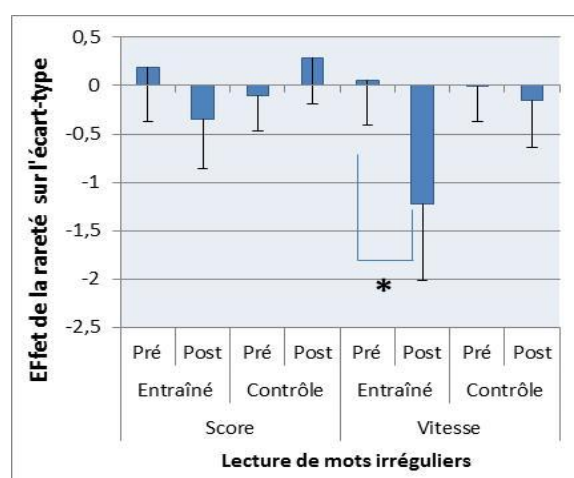


Figure 6b : Effet de la rareté lexicale des mots irréguliers sur les performances des enfants estimées en écart-type à la norme. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

Les performances en lecture de non-mots, quant à elles, ne sont pas modifiées dans l'un et l'autre groupe d'enfants entre les deux étapes de test. En effet, la légère amélioration de la vitesse de lecture en post-test (cf. figure 7) présente dans les deux groupes, reste non significative. Ainsi, nous avons calculé l'effet de la non-lexicalité, à partir des écarts-types en lecture de non-mots et en lecture de mots réguliers fréquents. De fait, l'étape (pré vs. post-test) ne module pas l'effet de la non-lexicalité sur la vitesse de lecture, mais accentue en revanche l'effet négatif de la non-lexicalité sur le score dans le groupe d'enfants entraînés, $z = 1.89, p = .059$, mais pas chez les enfants témoins, $z = 0.97, p = .33$, comme le montre la figure 8.

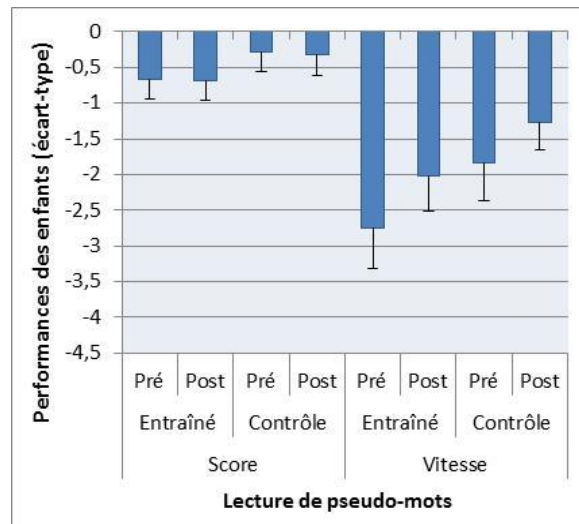


Figure 7 : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, en lecture de pseudo-mots. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

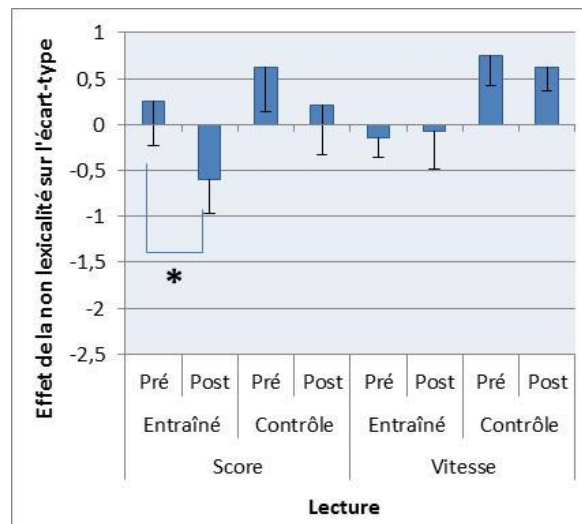


Figure 8 : Effet de la non-lexicalité sur les performances des enfants estimées en écart-type à la norme. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

Par ailleurs, nous n'avons relevé aucun effet significatif des étapes de testing sur les performances en dictée, dans l'un comme dans l'autre groupe. Cependant, plusieurs données montrent une amélioration entre les étapes pour les épreuves visuo-spatiales, et ce uniquement pour le groupe des enfants ayant suivi l'entraînement.

Concernant l'épreuve attentionnelle des DEUX présentés en colonnes, la vitesse de réalisation ne s'améliore pas entre les deux étapes dans le groupe témoin, $z = 0.06$, $p = .95$, mais elle s'accélère avec l'entraînement dans le groupe ayant suivi le programme, $z = 2.02$, $p = .043$, sans que cela se produise au détriment du score, comme l'illustre la figure 9a. Avec la même épreuve mais des stimuli disposés de manière anarchique, le bénéfice de l'entraînement est visible à la fois sur le score et sur la vitesse, comme le présente la figure 9b. Il n'est cependant significatif que pour la vitesse, $z = 1.99$, $p = .046$.

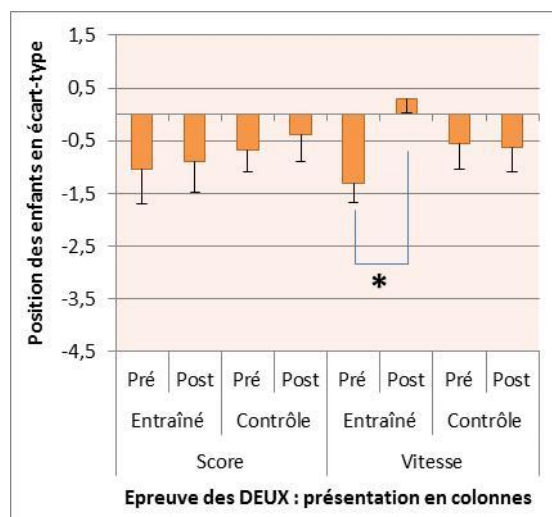


Figure 9a : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve des DEUX présentés en colonnes. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

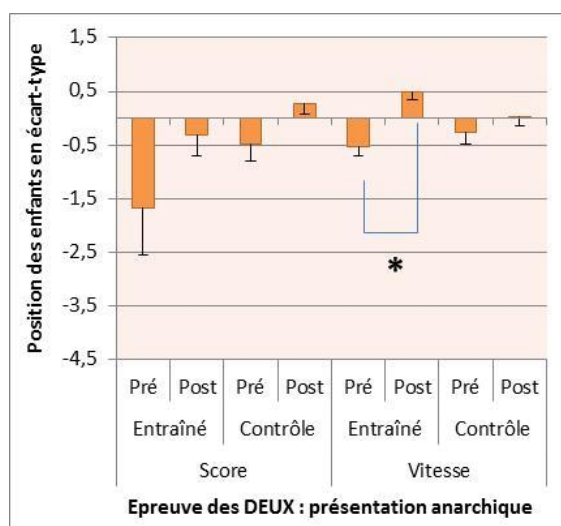


Figure 9b : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve des DEUX en présentation anarchique. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

Quant à l'épreuve de la fenêtre de copie (« La baleine paresseuse »), la figure 10 ne montre pas de changement entre les deux étapes pour les enfants témoins, tandis que le nombre de caractères copiés s'améliore significativement avec l'entraînement, $z = 2.37$, $p = .018$. De même, la taille de la fenêtre de copie tend aussi à se rapprocher de la norme, bien que ce progrès ne soit pas significatif, $z = 1.68$, $p = .093$.

Dans l'épreuve informatisée de Report Global, une amélioration est également notée seulement chez les enfants entraînés. Effectivement, leur score global, à l'origine déficitaire, se rapproche finalement de la norme, $z = 2.19$, $p = .028$, et le nombre de séquences entièrement rappelées progresse aussi, $z = 2.55$, $p = .011$, alors qu'aucun progrès n'apparaît chez les enfants du groupe témoin (cf. figure 11a). L'analyse qui porte sur chaque rang de lettres rappelées ne fait pas ressortir de progrès significatif. L'allure générale de la courbe représentant les scores des enfants entraînés apparaît cependant conforme à l'idée d'un progrès particulièrement net pour les lettres situées aux extrémités de la séquence (cf. figure 11b, lettres en position 1 et 5).

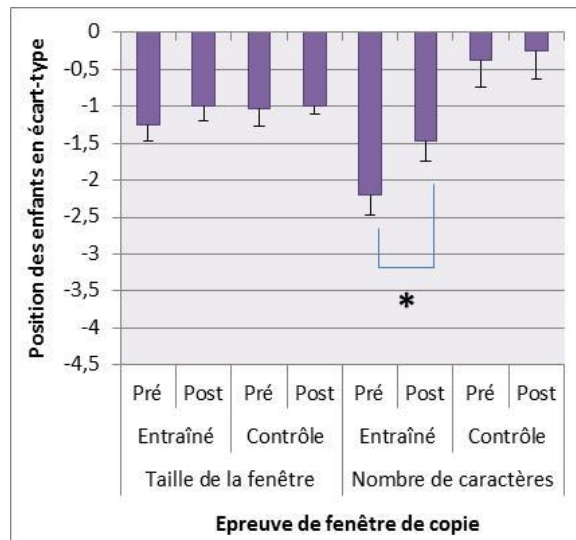


Figure 10 : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve de fenêtre de copie, exprimées en taille de fenêtre et en nombre de caractères copiés. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

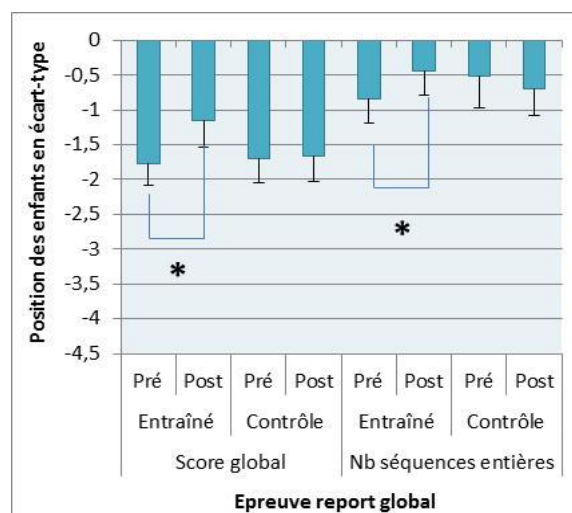


Figure 11a : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve de Report Global, avec le score global et le nombre de séquences entièrement restituées. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

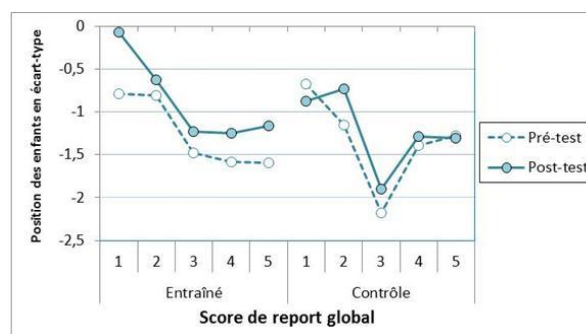


Figure 11b : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve de Report Global, pour chacune des cinq positions de lettres dans la séquence. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.

3. Résultats à l'épreuve d'orientation indicée

Sur les temps de réponse (TR) moyens pour les réponses exactes, nous avons calculé le bénéfice (condition neutre moins condition valide) et le coût (condition neutre moins condition non valide). Les TR supérieurs ou inférieurs à la moyenne de la condition pour le participant (± 2 écarts-types) ont été exclus de l'analyse. Une analyse de la variance a été conduite sur le bénéfice avec les deux facteurs intra-individuels : Champ (CVG, CVD) et Distance (près, loin), et le facteur inter-individuel Groupe (DS, Contrôles pour l'âge). La taille des effets est estimée avec l'êta-carré partiel η^2 et interprétée selon Cohen (1988) : effet de petite taille si $\eta^2 \geq .01$, de taille moyenne si $\eta^2 \geq .059$, de grande taille si $\eta^2 \geq .139$.

Concernant le bénéfice, il n'y a pas d'effet du Groupe, $F(1, 74) < 1$. Par contre, le bénéfice est plus faible en CVD qu'en CVG, $F(1, 74) = 6.23$, $p < .015$, $\eta^2 = .078$, et plus faible à proximité du centre qu'en périphérie, $F(1, 74) = 5.31$, $p < .024$, $\eta^2 = .067$, sans que les facteurs Champ et Distance n'interagissent chacun directement avec le groupe. En revanche, l'interaction Champ $\times$ Distance $\times$ Groupe est significative, $F(1, 74) = 3.94$, $p = .05$, $\eta^2 = .051$. La figure 12a montre que cette interaction s'explique essentiellement par un bénéfice plus fort chez les DS que chez les enfants témoins pour ces cibles éloignées en CVD.

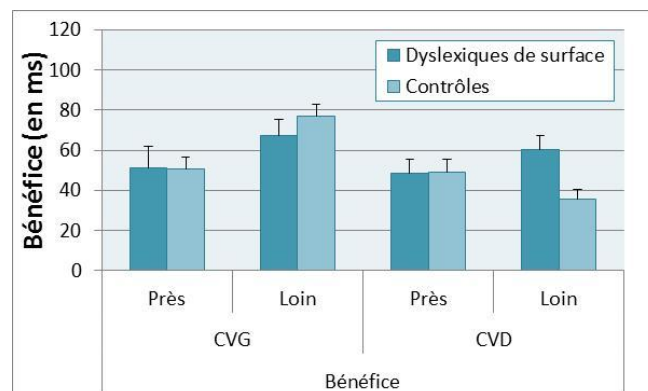


Figure 12a : Bénéfice (TR en condition neutre – condition valide), selon le champ visuel où apparaît la cible et sa proximité du centre, chez les enfants DS et leurs contrôles. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

Le coût apparaît quant à lui moins fort chez les DS que chez les témoins, $F(1, 74) = 6.48$, $p < .013$, $\eta^2 = .081$. L'interaction Champ $\times$ Distance $\times$ Groupe, $F(1, 74) = 15.24$, $p < .0002$, $\eta^2 = .171$, qui explique une très grande part de la variance, provient essentiellement d'un coût anormalement faible en CVD pour les cibles éloignées chez les DS, par rapport au groupe témoin, comme l'illustre la figure 12b.

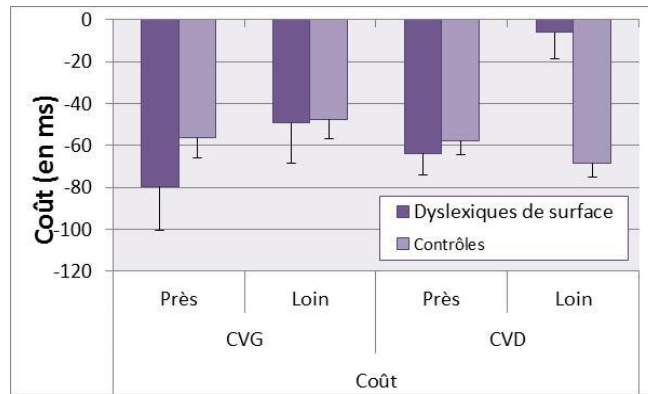


Figure 12b : Coût (TR en condition neutre – condition non valide), selon le champ visuel où apparaît la cible et sa proximité du centre, chez les enfants DS et leurs contrôles. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type

Chapitre V

DISCUSSION DES RESULTATS

I. Discussion générale

1. Rappel des objectifs de l'étude

Notre travail s'inscrit dans la conception pluraliste des origines de la dyslexie, et propose de contribuer à mieux connaître les déficits cognitifs responsables des différentes formes que peut prendre ce trouble durable de l'apprentissage de la lecture. Les troubles relevant du domaine de l'attention ont retenu notre intérêt. Nous rejoignons en cela les approches qui reconnaissent que la dyslexie peut s'exprimer en l'absence d'un trouble phonologique majeur (Bosse et al., 2007).

Notre premier objectif est de diagnostiquer chez des enfants DS un déficit d'attention sélective déjà documenté dans ce type de dyslexie (Bedoin et al., 2005) et se manifestant par une difficulté à s'intéresser à la configuration formée par une scène visuelle complexe, associée à une attirance disproportionnée pour les détails. Nous avons pour cela utilisé l'épreuve *FocalDivi* (Bedoin et al., 2009). Les déficits détectés pourraient assez directement contribuer aux difficultés rencontrées par les enfants qui ne parviennent pas à utiliser une procédure de lecture par adressage.

Le deuxième objectif est ensuite de tester l'efficacité d'un programme d'entraînement intensif destiné à remédier à ces déficits, en complétant une étude engagée depuis plusieurs années (Bedoin et al., 2010 ; Leculier & Roussel, 2007 ; Ducrocq-Dérigon, 2008 ; Fernandez, 2009), et en comparant l'évolution des performances d'un groupe entraîné à celles d'un groupe témoin. Les progrès sont estimés tant pour la compétence visuo-attentionnelle directement visée, que pour des mécanismes attentionnels voisins et pour des épreuves de lecture et d'orthographe.

Un objectif complémentaire est de découvrir d'autres déficits d'ordre visuo-attentionnel chez les enfants dyslexiques, afin de préciser les cibles potentielles pour de futures pistes de rééducation. Plusieurs mécanismes impliqués dans les processus d'orientation attentionnelle ont été décrits (« mini-négligence gauche », ralentissement de l'engagement attentionnel, répartition trop diffuse de l'attention, déficit unilatéral de l'inhibition), mais souvent sans préciser le type de dyslexie dont les patients étaient atteints, ou en mettant en évidence ces troubles essentiellement en association à la dyslexie phonologique. Pour cela, nous utilisons une épreuve d'orientation de l'attention spatiale à partir d'indices endogènes pour préciser ces déficits dans des cas de DS.

2. Nature du déficit visuo-attentionnel étudié

Diverses compétences visuo-spatiales sont impliquées dans l'activité de lecture et le déficit de certaines est supposé participer aux difficultés rencontrées dans la dyslexie. Les principaux déficits évoqués sont des perturbations concernant la recherche de cibles (Marendaz et al., 1996), une distribution trop diffuse et asymétrique de l'attention dans l'espace selon les travaux de Facoetti, une FVA trop étroite (Bosse et al., 2007 ; Valdois, 2005) et un déficit d'inhibition des détails entravant le filtrage de l'information (Bedoin et al., 2009).

Les enfants DS intégrés à notre étude présentaient une asymétrie de l'interférence atypique c'est-à-dire inversée par rapport aux enfants normo-lecteurs dans les situations de traitement global et local de stimuli hiérarchisés. Le déficit responsable de cette anomalie dans la dyslexie de surface est un trouble d'inhibition des détails diagnostiqué grâce à l'épreuve FocalDivi. Celui-ci entrave le filtrage de l'information locale lors de l'analyse visuelle d'une scène complexe telle que présentée dans un stimulus hiérarchisé. Des travaux ont d'ailleurs montré que ces deux modes de traitement, global et local, se développent de manière distincte, à un rythme différent (Kéïta et al., 2005, cités par Kéïta, 2007). Le processus d'inhibition des détails se développe plus lentement, jusqu'à l'âge de dix ans environ, ce qui le rend certainement vulnérable et plus enclin à subir des dysfonctionnements. Ce trouble d'inhibition des détails noté dans la dyslexie de surface est alors susceptible de perturber gravement le traitement orthographique du mot écrit, dont il faut apprécier la configuration.

Par ailleurs, le déficit d'inhibition des détails a été repéré tant sur des stimuli hiérarchisés comportant des lettres, que sur ceux élaborés à partir de dessins d'objets, ce qui permet de dire qu'il s'agit d'une déficience de type visuo-attentionnel et ne relevant pas strictement du domaine linguistique.

Ce défaut de l'asymétrie de l'interférence n'est pas incompatible avec l'idée d'une réduction de la fenêtre attentionnelle décrite par Valdois et ses collègues. Cette dernière détermine le nombre d'éléments susceptibles d'être traités simultanément (EVA) et sur lesquels l'attention visuo-spatiale est distribuée. En effet, les stimuli situés à l'intérieur de la FVA sont identifiés tandis que ceux situés à l'extérieur sont en partie inhibés. Il semblerait que cette défaillance de répartition homogène de l'attention, et des mécanismes attentionnels qui la sous-tendent, participe aux difficultés que rencontrent les enfants DS à traiter un stimulus complexe de manière globale.

Toutefois, cette explication ne suffit pas à justifier le trouble qui se manifeste chez les enfants ayant participé à notre étude. Selon la « *Categorical Hypothesis* » (Lamb & Yund, 2000, cités par Bedoin et al., 2010), le traitement global est une analyse perceptive et attentionnelle centrée sur la configuration en dépit de l'identité des détails. Le traitement d'une information globale se traduit donc par l'engagement dans un mode d'analyse particulier ne dépendant pas forcément de la taille du stimulus, ni de celle de la FVA. L'ensemble des mécanismes mis en œuvre lors de ce type de traitement favoriserait un niveau situé à une position hiérarchique particulière dans l'information disponible. Ainsi, les enfants DS souffriraient d'un manque d'attraction pour la configuration, quelle que soit sa taille, et pas seulement d'une fenêtre visuo-attentionnelle trop étroite.

En conséquence, les mécanismes entraînés à travers le programme d'intervention visent à augmenter la taille de l'EVA via l'élargissement du faisceau attentionnel, mais surtout à inciter l'enfant à privilégier le mode d'analyse global, malgré la présence de nombreux détails.

II. Validation des hypothèses

1. Impact du programme d'entraînement sur le trouble d'inhibition des détails

Concernant le trouble visuo-attentionnel décrit dans notre Hypothèse 1 à propos des enfants DS, l'épreuve *FocalDivi* nous a permis de sélectionner rapidement un échantillon d'enfants DS présentant une inversion de l'asymétrie classique de l'interférence. Cette hypothèse trouve en cela un argument qui lui est favorable. Beaucoup d'enfants DS présentent une hypersensibilité à l'interférence issue des détails non pertinents, alors qu'ils sont anormalement peu perturbés par l'identité de l'information située au niveau global lorsque celle-ci est non pertinente. Nous n'avons certes pas relevé la présence de ce trouble chez tous les enfants qui nous avaient été indiqués comme DS lors du bilan initial, mais la plupart présentaient tout de même une configuration de résultats atypique sur ce plan, et nous n'avons retenu que ceux chez qui cela apparaissait de façon très marquée. La figure 1 montre qu'en moyenne les 20 enfants inclus dans l'étude présentent une asymétrie de l'interférence négative, ce qui, avec notre façon de calculer, représente une plus grande sensibilité à l'interférence issue du niveau local que du niveau global. La DS est caractérisée par une perturbation de la procédure de lecture par adressage, anomalie à laquelle participe une trop grande étroitesse de la FVA (Valdois, 2005), mais aussi un déséquilibre entre les modes de traitement global et local. Concernant l'asymétrie de l'interférence, les deux groupes constitués pour permettre de comparer dans notre étude les performances d'enfants entraînés et d'enfants contrôles ne sont pas statistiquement différents à l'étape pré-test, et la dispersion est faible autour de la moyenne de chacun des groupes. Ces caractéristiques nous paraissaient importantes pour permettre ensuite de comparer l'évolution de ces deux groupes et les bénéfices apportés par la remédiation.

Le programme d'entraînement visuo-attentionnel proposé ici avait pour objectif d'améliorer la capacité à analyser un stimulus visuel complexe de manière globale, en présence de nombreux détails. Ainsi, grâce à une intervention individuelle et intensive reposant sur l'utilisation d'un matériel différent de celui de l'épreuve diagnostique (*FocalDivi*), trois mécanismes ont été exercés : la distribution volontaire de l'attention sur la configuration d'un stimulus visuel complexe, l'inhibition de l'information concurrente au niveau local, le passage (*switching*) entre les niveaux de traitement.

L'un des résultats majeurs de cette étude est un changement dans le sens d'une plus grande conformité à la norme pour ce qui est des capacités de focalisation et d'inhibition des deux niveaux d'analyse visuelle chez les enfants entraînés, mais pas dans le groupe témoin. Trois indicateurs pour lesquels notre Hypothèse 2 prédisait des changements nous permettent d'argumenter en ce sens.

Le résultat le plus marquant est sans doute la modification de l'asymétrie de l'interférence, attendue dans cette hypothèse et observée au fil des étapes seulement dans le groupe entraîné (cf. annexe 5 et 6). Initialement négative, cette asymétrie est devenue positive dès l'étape mi-test pour les enfants entraînés, alors qu'aucun changement ne marque cette asymétrie dans le groupe témoins entre ces deux étapes. Après une dizaine de séances d'entraînement, les enfants suivant le programme présentent donc déjà une

sensibilité moins forte à l'interférence issue des détails qu'à celle qui provient de la forme globale (pour une comparaison des deux groupes sur ces deux aspects, se référer aux annexes 5 et 6). Il apparaît tout à fait important de poursuivre davantage l'entraînement puisque ce changement s'accroît, bien que ce soit de manière non significative après dix séances supplémentaires. La persistance de la différence entre les deux groupes pour cette asymétrie de l'interférence aux trois étapes qui suivent le pré-test est aussi un résultat encourageant quant à l'impact de l'entraînement proposé : il permet aux enfants de présenter une configuration de performances témoignant d'un équilibre plus typique entre l'attraction pour le traitement des informations visuelles à l'un et l'autre niveaux d'analyse.

En analysant séparément l'effet des étapes sur l'interférence issue de l'un et de l'autre niveau, il nous est possible de préciser les mécanismes qui sont les plus sensibles à l'entraînement. Sur les TR, la diminution de l'interférence issue des détails est observée au fil des étapes seulement chez les enfants entraînés. Alors que les deux groupes ne diffèrent pas sur ce plan avant l'entraînement, les enfants entraînés sont ensuite moins perturbés par les détails que ne le sont les enfants témoins. Bien que la différence entre les deux groupes ne soit plus significative un mois après la fin des exercices, les progrès des enfants entraînés sont tels qu'ils demeurent moins perturbés par les détails dans l'étape post-test 2 qu'ils ne l'étaient avant de suivre le programme. Les exercices proposés pour la remédiation semblent donc particulièrement efficaces pour améliorer les capacités des enfants à inhiber volontairement le niveau d'analyse local.

La réapparition des difficultés des enfants à réaliser ce mécanisme lors du post-test 2, même de façon atténuée, pose la question de ce qui pourrait permettre à cet entraînement d'avoir un effet plus pérenne. Poursuivre les exercices intensifs plus longtemps est sans doute une bonne piste, mais cela implique de compléter le programme par de nouveaux exercices pour éviter un phénomène inévitable de démotivation de la part de l'enfant. Notons aussi que modifier l'asymétrie de l'interférence n'est pas une fin en soi, et nous espérons surtout que ce progrès constitue pour l'enfant les conditions les plus favorables pour une meilleure réceptivité à des incitations induites par l'orthophoniste pour le guider vers l'utilisation et la consolidation d'une procédure de lecture par adressage. L'important est donc surtout que le progrès produit par les exercices au niveau attentionnel soit exploité au niveau de la rééducation proposée concernant la lecture.

L'analyse de l'évolution vers un traitement plus spontané de l'information au niveau global, à travers les changements de sensibilité à l'interférence issue du global selon les TR, nous apprend que l'entraînement peut aussi exercer un effet sur ce mécanisme. Cet effet est toutefois moindre par rapport au précédent. L'interférence issue du niveau global s'accroît au fil des étapes seulement dans le groupe entraîné, comme l'attendait l'Hypothèse 2. Néanmoins, les deux groupes ne peuvent pas plus être différenciés sur ce plan en phases mi-test et post-test 1 qu'en phase pré-test. Le bénéfice apporté par l'entraînement apparaît de manière significative seulement plus tard, en post-test 2. Ce progrès en termes de TR s'accompagne du seul progrès que nous relevons sur l'exactitude des réponses : les enfants entraînés deviennent plus sensibles à la structure globale en post-test 2.

Dans l'ensemble, ces effets nous apprennent que le mécanisme qui sous-tend le traitement spontané de la configuration est indépendant de celui de l'inhibition des détails. Cela révèle aussi que notre entraînement est plus adapté pour remédier au déficit d'inhibition

qu'à l'autre composante des déficiences attentionnelles des enfants DS. L'effet positif de la remédiation sur le traitement spontané de la configuration, observé dans la dernière étape, est tout de même encourageant et peut aussi suggérer qu'un prolongement de l'entraînement est souhaitable. L'Hypothèse 4, dans laquelle il était espéré que les progrès des enfants entraînés persistent un mois après l'entraînement, est en partie validée, puisque la différence entre l'asymétrie de l'interférence en phases pré-test et post-test 2 reste significative, mais aussi parce qu'il semble qu'une augmentation de l'attractivité pour la configuration soit observable seulement dans les étapes les plus tardives de la remédiation proposée.

2. Impact du programme d'entraînement sur les compétences visuo-attentionnelles testées avec un matériel orthographique

A la suite de l'entraînement, il nous paraissait important de vérifier l'impact des exercices sur des épreuves visuo-attentionnelles impliquant une analyse simultanée de plusieurs éléments, sans que ces épreuves partagent avec les exercices une quelconque ressemblance au niveau du matériel. C'est pourquoi, dans les étapes pré-test et post-test 1, les enfants des deux groupes ont réalisé des épreuves visuo-attentionnelles pour lesquelles nous attendions des progrès. De tels progrès ont effectivement été observés dans le groupe d'enfants entraînés, et pas chez les témoins, ce qui est en faveur de notre Hypothèse 2.

Ces progrès concernent notamment les capacités de recherche visuelle d'intrus dans un matériel verbal, telles que testées dans l'épreuve des DEUX. Ils se manifestent en effet dans une recherche conduite sur un matériel organisé aussi bien que non organisé. Tout en maintenant le même niveau d'efficacité (et même en l'améliorant en cas de présentation anarchique), la vitesse de détection des intrus s'accélère lors de la deuxième passation de l'épreuve, seulement chez les enfants qui ont suivi l'entraînement. Il est possible qu'en améliorant leurs capacités de traitement de la configuration, malgré la dispersion des éléments sur la feuille, les enfants entraînés parviennent à détecter plus vite, plus automatiquement, les mots écrits qui diffèrent sur le fond des DEUX constituant le contexte visuel homogène. Cette amélioration de la vitesse, de façon plus marquée que pour le score, suggère en tout cas un progrès en termes d'automatisation des procédures de lecture (analytique et lexicale) engagées.

Par ailleurs, deux autres effets positifs sont observés sur la capacité à focaliser l'attention sur des unités plus larges (agrandissement de la fenêtre copie), ou sur une partie plus grande de l'espace (agrandissement de la FVA). Dans les deux cas, il s'agit d'une amélioration des traitements visuo-spatiaux en lecture, mais les processus sous-jacents sont différents. En post-test 1, dans l'épreuve de copie, le nombre de caractères copiés augmente significativement chez les enfants entraînés, et la taille de la fenêtre de copie tend aussi à s'accroître, ce qui paraît être un retentissement favorable dans une activité de lecture qui est ici assez naturelle. Cette amélioration ne s'explique pas seulement par le fait que les enfants ont déjà réalisé la tâche, car aucun progrès n'est noté dans le groupe des enfants témoins. L'agrandissement de la fenêtre de copie n'est pas forcément directement lié à l'agrandissement de la fenêtre visuo-attentionnelle (FVA). En effet, telle qu'elle est évaluée dans l'épreuve de Report Global, la FVA correspond à la taille de la surface sur laquelle les enfants extraient de l'information sur plusieurs unités en parallèle.

Ils savent à l'avance qu'ils doivent ajuster volontairement la FVA. Certains n'y parviennent pas, car ils souffrent d'un déficit de cette capacité. Par contre, la fenêtre de copie n'évalue pas une capacité, mais plutôt la stratégie spontanément mise en place par l'enfant pour extraire de l'information : il choisit de le faire sur des unités de taille plus ou moins grande. Une petite fenêtre de copie ne signifie pas systématiquement que l'enfant ne peut ajuster sa FVA, mais plutôt qu'il préfère, ou qu'il s'est habitué à une stratégie de lecture très morcelée, d'ailleurs défavorable à la procédure d'adressage. En d'autres termes, en induisant un agrandissement de la fenêtre de copie, l'entraînement n'améliore pas forcément la taille de la FVA, mais incite l'enfant à modifier sa stratégie de lecture, qui devient un peu moins segmentée.

Dans notre étude, nous montrons par ailleurs que l'entraînement est suivi d'une évolution positive de la taille de la FVA, directement évaluée avec l'épreuve de Report Global. Des progrès sont effectivement observés, tant au niveau du score global que pour le nombre de séquences rappelées dans leur intégralité, et ceci de façon significative seulement chez les enfants entraînés. L'examen qualitatif des progrès, en prenant en compte la position des lettres, montre que les enfants entraînés s'améliorent surtout pour le traitement des lettres situées aux extrémités de la séquence visuelle, ce qui concorde aussi très bien avec l'idée d'un agrandissement de la FVA. Cela suggère une meilleure répartition de l'attention spatiale et une meilleure appréhension de la séquence dans sa totalité. Ces progrès, conformes à ceux prédits par l'Hypothèse 2, sont encourageants pour croire à la possibilité d'une meilleure exploitation future de la procédure par adressage par les enfants DS.

Ces constats traduisent un impact notable de la remédiation sur des compétences visuo-attentionnelles importantes pour un traitement plus automatique des mots écrits. L'examen des performances des enfants dans des épreuves de lecture et d'écriture de stimuli verbaux isolés nous a enfin renseignés plus directement sur ce point.

3. Impact du programme d'entraînement sur les compétences dans le domaine de l'écrit

Suite à la remédiation visuo-attentionnelle, plusieurs aspects des résultats montrent que les performances en lecture évaluées par la B.A.L.E. se sont particulièrement améliorées chez les enfants entraînés.

En ce qui concerne la lecture de mots réguliers et irréguliers, les résultats montrent une accélération significative de la vitesse de lecture des enfants après l'entraînement, alors que les progrès notés chez les enfants témoins ne sont pas significatifs. Comme cette accélération ne se fait pas au détriment de l'exactitude des réponses, il s'agit de l'indice d'un véritable progrès. L'accélération de la vitesse de lecture pourrait s'expliquer par l'amélioration de l'habileté à réaliser l'application séquentielle de règles grapho-phonémiques, ou bien par la tentative de lire selon une procédure plus automatique. Le fait que cela se produise non seulement pour les mots réguliers, mais aussi pour les mots irréguliers est plutôt en faveur de cette dernière interprétation. Cette amélioration semble donc être l'indice d'une meilleure utilisation de la voie lexicale, ce qui conforte l'Hypothèse 3.

Cette hypothèse est également renforcée par l'observation d'une augmentation de la sensibilité à la fréquence lexicale après la remédiation, lorsqu'il s'agit de traiter des mots irréguliers. Après l'entraînement, lorsque de tels mots sont rares, ils deviennent plus difficiles à lire que les mots irréguliers fréquents. Cette modification de l'effet de fréquence, qui est absente chez les enfants témoins, suggère que les lecteurs qui ont suivi le programme ont tendance à faire appel à leurs connaissances orthographiques sur des mots complets pour tenter de les lire. Il s'agirait donc d'une utilisation de la procédure par adressage qui, par définition, est perturbée chez les enfants DS. L'entraînement ne peut, sur une aussi courte durée, avoir permis un enrichissement du lexique orthographique. Le progrès observé est sans doute plutôt le reflet d'un changement de stratégie de l'enfant, qui commence à exploiter les quelques connaissances orthographiques déjà stockées dans son lexique, mais qu'il recrutait jusqu'ici très peu à cause des difficultés à considérer la configuration formée par l'ensemble organisé des lettres du mot écrit.

Cette interprétation est confortée par le fait que les progrès des enfants entraînés ne s'étendent pas à la lecture des non-mots, stimuli pour lesquels la procédure d'adressage, vers laquelle ils semblent se tourner, ne permet pas de bonnes performances. De même, l'effet négatif de la non-lexicalité des stimuli s'accroît après l'entraînement, et il s'agit là d'un indice supplémentaire quant à l'engagement des enfants DS entraînés dans une procédure de lecture par adressage.

Quant à l'épreuve de dictée de la B.A.L.E., aucune comparaison de résultats entre les deux groupes aux différentes étapes du suivi n'a révélé un quelconque progrès ou amoindrissement des compétences chez les enfants témoins ou entraînés. Malgré l'intensité de l'entraînement et même si des effets se sont manifestés en lecture, il semble que la portée de notre remédiation n'ait pas eu de répercussion sur les connaissances en orthographe. Cette absence d'effet n'est pas étonnante, compte tenu de la durée relativement faible de l'entraînement. Néanmoins, nous espérons qu'en exploitant la nouvelle tendance des enfants entraînés à s'engager dans la procédure d'adressage, une aide apportée par la rééducation orthophonique sera en mesure de faire progresser l'enfant également sur le plan de la production écrite. En définitive, afin de tirer le meilleur bénéfice de cette remédiation du trouble visuo-attentionnel, il serait pertinent d'axer rapidement la prise en charge orthophonique des enfants entraînés sur l'enrichissement du stock orthographique.

4. Mise en évidence de déficits d'orientation spatiale de l'attention

Si un certain nombre d'enfants DS souffrent d'un déficit d'inhibition des détails, d'autres troubles relevant de l'attention visuo-spatiale pourraient aussi contribuer à cette pathologie. Plusieurs travaux ont conduit à décrire chez ces enfants des anomalies dans la répartition de l'attention spatiale, que ce soit en évoquant un déficit de désengagement, un ralentissement de l'engagement, un déficit unilatéral de l'inhibition de la zone opposée à cet engagement, ou encore une difficulté à répartir l'attention de manière homogène, au détriment de la zone proche du centre du champ visuel. Toutes ces hypothèses mériteraient d'être explorées plus précisément. Nous avons simplement souhaité vérifier si le déficit d'inhibition concomitante en Champ Visuel Droit (CVD), décrit par Facoetti et ses collègues chez des enfants dyslexiques italiens en grande difficulté avec la lecture des non-mots, est un déficit dont souffrent également des enfants diagnostiqués comme DS en français. Nous avons testé cette hypothèse au moyen d'une tâche d'orientation

visuo-spatiale indicée de manière endogène, alors que la plupart des travaux sur cette question proposent plutôt des épreuves avec indicage exogène. En outre, nous avons introduit une variable peu classique dans notre expérience : la cible apparaissait dans la zone proche ou éloignée du centre, ce qui a permis de tester également l'hypothèse d'un déficit de l'engagement attentionnel à proximité du point de fixation.

Nous nous sommes interrogées sur la présence possible de tels déficits d'orientation chez des enfants DS, car il nous semble que, bien que ce soit pour des raisons différentes, de tels déficits peuvent produire des difficultés non seulement pour lire les non-mots, en entravant la procédure d'assemblage, mais aussi des difficultés à réaliser la procédure d'adressage pour les mots irréguliers, ce qui a de fortes chances d'être interprété dans une langue comme le français (beaucoup plus qu'en italien) comme un élément central du diagnostic de DS. Une difficulté à orienter l'attention de manière souple et rapide peut assez directement empêcher le traitement séquentiel des groupes de lettres selon l'axe gauche-droite dans notre système d'écriture, ce qui pourrait produire un déficit d'assemblage, conduisant au diagnostic de dyslexie de type phonologique. Bien réaliser l'adressage implique aussi de bien maîtriser les mécanismes inhérents à l'orientation spatiale, et en particulier l'inhibition des zones extérieures à celles où l'attention vient de s'engager. Cette opération d'inhibition concomitante, décrite comme déficitaire dans son application au CVD par les travaux de Facoetti, pourrait empêcher le lecteur de se focaliser sur la seule partie de la ligne contenant les lettres du mot à traiter, pour ajuster par exemple l'attention aux frontières du mot. Le traitement orthographique du mot serait alors perturbé par les informations visuelles situées plus à droite, et pour l'instant non pertinentes. C'est pourquoi il nous semblait important de poser l'hypothèse de déficits d'orientation dans le cas d'enfants DS.

Les résultats obtenus auprès des enfants DS que nous avons testés cette année ont pu être ajoutés à d'autres données recueillies précédemment par Bedoin et ses étudiants (voir notamment Redsand, 2010), et comparés à ceux d'enfants normo-lecteurs de même âge. Deux résultats principaux ressortent de l'analyse.

Les enfants DS présentent tout d'abord un bénéfice plus fort que celui des témoins si la cible apparaît en CVD et éloignée du centre. Cela permet de dire que ces enfants n'ont pas de difficultés d'interprétation de l'indice endogène et que celui-ci produit chez eux un engagement attentionnel particulièrement concentré sur la partie périphérique du CVD. Ce traitement particulièrement efficace des cibles éloignées à droite ne confirme pas directement notre Hypothèse 6, puisque nous n'observons pas de véritable déficit pour le traitement des lettres à proximité, mais le bénéfice particulièrement fort pour les cibles éloignées à droite est tout de même cohérent avec cette hypothèse. Cet effet peut être rapproché des travaux de Facoetti et al. (2000) qui montrent que les dyslexiques sont étonnamment performants lorsque les cibles à détecter apparaissent loin du centre. Geiger et Lettvin (2000) ont eux aussi montré que les adultes dyslexiques identifient mieux que les contrôles des lettres présentées à 7.5°, 10° et 1.5° de la fixation du regard, alors qu'ils sont déficitaires pour l'identification de lettres situées trop près du point de fixation (à 2,5° de ce point), particulièrement sur la droite. Le résultat que nous observons est cohérent avec ces divers phénomènes, déjà répertoriés, et reflète sans doute une distribution de l'attention souvent décrite comme particulièrement diffuse chez les dyslexiques. Le fait que ce phénomène, plutôt positif, se produise de manière unilatérale est aussi assez frappant, et concorde avec l'idée selon laquelle le filtrage de l'information est insuffisant sur la droite (Geiger & Lettvin, 2000). Enfin, lorsque des cas de « mini-

négligence » sont décrits chez des dyslexiques, il s'agit toujours d'une négligence appliquée au Champ Visuel Gauche (CVG) et non au CVD (Hari et al., 2001), ce qui concorde là aussi avec notre résultat montrant ainsi un engagement particulièrement efficace vers la droite.

Le deuxième résultat marquant apporte un argument en faveur de l'Hypothèse 5. Il s'agit d'une réduction massive du coût (qui est pratiquement inexistant) lorsque la cible apparaît dans la portion la plus éloignée du CVD, après un indiçage ayant indiqué la gauche. Autrement dit, la réorientation vers la droite se fait de manière particulièrement efficace, surtout dans la partie la plus périphérique. Ici encore, les cibles présentées en périphérie apparaissent particulièrement bien traitées, et ce résultat fait écho au bénéfice intense associé aux cibles correctement indicées et présentées à ce même endroit. Les enfants DS traitent donc particulièrement bien cette partie de l'espace, qu'il s'agisse d'orienter ou de réorienter l'attention vers cette zone. Ce faible coût est sans doute le reflet d'un déficit d'inhibition. Normalement, en condition d'indiçage non valide, l'engagement de l'attention vers la gauche induite par l'indice s'accompagne d'une inhibition du CVD, ce qui contribue à rendre ensuite tout traitement en CVD particulièrement difficile (Cohen et al., 1994). Cette inhibition ne semble pas se produire chez les enfants DS. Un tel déficit relatif au contrôle de l'inhibition pourrait trouver son origine dans un dysfonctionnement au niveau des régions antérieures du cortex.

Soulignons qu'encore une fois il s'agit d'un déficit unilatéral qui traduit un déséquilibre du contrôle des mécanismes d'orientation visuo-spatiale. Cet effet sur la droite est cohérent avec le phénomène « d'hyper-orientation à droite » qui a été décrit par Facoetti et al. (2006). Ce dernier décèle cette anomalie surtout chez des enfants dyslexiques en grande difficulté avec les non-mots, déficit qui conduit au diagnostic de dyslexie de type phonologique chez de jeunes lecteurs italiens. En français, nous montrons que des enfants diagnostiqués DS peuvent aussi être affectés par cette anomalie asymétrique des mécanismes d'inhibition. Les types de dyslexie sont évalués de manière différente pour l'une et l'autre langue, à cause des relations plus ou moins transparentes des aspects graphémique et phonologique. Il est possible que le déficit en question ait surtout des retentissements majeurs sur l'exécution de la procédure d'assemblage pour la lecture de l'italien, alors que, compte tenu du grand nombre de mots irréguliers en français, il se traduit surtout par des difficultés d'adressage en français, langue écrite pour laquelle cette procédure est quasiment indispensable à une lecture experte. Les différences de critères entre ces deux langues, pour permettre de poser un diagnostic de dyslexie phonologique ou de DS, expliquent sans doute aussi une large part de l'apparente disparité entre l'association des déficits d'orientation à une dyslexie de type phonologique dans une langue, mais à la DS dans l'autre. Par exemple, en italien, la dyslexie est dite phonologique essentiellement lorsque les difficultés sont très fortes pour la lecture de non-mots, et elle est dite de surface quand les performances de l'enfant sont peu modulées par la fréquence lexicale des mots. En français, beaucoup d'autres critères entrent en jeu, et notamment l'effet négatif de l'irrégularité des mots pour la DS. Notons aussi que nous ne présentons pas ici de données sur ce trouble chez des enfants français diagnostiqués avec une dyslexie phonologique, ce qui doit rendre prudente l'interprétation des résultats. Nous montrons simplement qu'en français, le déficit d'inhibition à droite existe chez des DS, et ne pouvons nous prononcer sur ce qu'il en est dans d'autres formes de dyslexie en français.

En définitive, des déficits d'orientation de l'attention visuo-spatiale semblent pouvoir contribuer à la DS. Nous ne sommes pas en mesure pour l'instant de savoir s'ils contribuent à la dyslexie de manière indépendante par rapport au déficit d'inhibition des détails, auquel notre programme de rééducation propose de remédier. Ce résultat nous incite cependant à recommander l'utilisation d'une épreuve d'orientation avec indicage endogène, rapide et peu contraignante, dans le but de mieux comprendre certains déficits des enfants dyslexiques.

III. Regard critique sur l'étude

Epreuves diagnostiques

Concernant les tests de lecture, d'orthographe et d'attention visuelle utilisés lors des pré- et post-tests, nous nous sommes efforcées d'effectuer les cotations des épreuves le plus précisément possible. Cependant, les épreuves dont nous disposions ne comportaient pas toutes des étalonnages correspondant à l'âge exact de chacun de nos participants ce qui constitue une limite. De plus, les épreuves visuo-attentionnelles des DEUX et de copie utilisées lors des bilans nécessitent l'intervention de mécanismes visuo-attentionnels mais également d'autres compétences. L'ensemble des bénéfices de l'entraînement sur ces tests variés nous semble convainquant, l'interprétation de ces progrès aurait dû être beaucoup plus prudente s'il avait fallu se limiter à un seul test.

En outre, l'utilisation des mêmes listes de mots en lecture et en dictée lors du pré-test et du post-test représente une autre limite. Les deux groupes ayant progressé dans ces épreuves, un effet d'apprentissage est alors soupçonné. Toutefois, l'amélioration est uniquement significative pour le groupe d'enfants entraînés, ce qui permet d'affirmer qu'elle est imputable à l'entraînement. Des listes différentes, mais de complexité et de fréquence lexicale équivalentes seraient très utiles pour évaluer encore mieux l'efficacité d'une remédiation.

Matériel et protocole du programme d'entraînement

Tout d'abord, ce programme d'entraînement s'est effectué de manière individuelle afin d'obtenir une situation correspondant au mieux aux exigences de l'intervention orthophonique classique. Ainsi, le praticien peut agir spécifiquement sur les déficits mis en évidence lors du bilan initial pour chacun des patients et proposer une rééducation des plus adaptées. Par conséquent, il est possible d'espérer une efficacité supérieure aux remédiations de groupe.

Par ailleurs, les orthophonistes sont de plus en plus sensibilisés à la nécessité du caractère intensif de la rééducation. Effectivement, divers travaux mettent en évidence les bénéfices obtenus lors d'une intervention intensive par rapport à une prise en charge moins soutenue et plus étendue dans le temps. En pratique, cela se traduit par exemple par une augmentation du nombre de séances hebdomadaires (deux à trois au lieu d'une seule), ou des « stages » durant les vacances scolaires pour les jeunes patients qui le souhaitent. Le programme d'entraînement utilisé ici propose d'intervenir sur un déficit ciblé et précisément évalué (l'attractivité irrépressible pour les détails) en répondant à cette caractéristique d'intensité sur une durée relativement courte.

Néanmoins, ce genre d'intervention exige la collaboration de l'enfant pour une meilleure qualité de la prise en charge et donc pour une véritable réduction des déficits entraînés. La motivation de l'enfant n'est pas toujours évidente à maintenir au cours des séances, plus particulièrement chez les garçons et les adolescents. Ces participants étaient pourtant très impliqués au départ. Nous pensons que cela est en partie explicable par la répétition des exercices proposés faisant régulièrement intervenir des tâches similaires. Cet aspect redondant, bien qu'indispensable, semble en effet moins bien convenir aux garçons qui se sont avérés moins appliqués que les filles, tout du moins dans notre échantillon. Un intérêt moindre pour les exercices proposés a des conséquences sur les bénéfices du programme d'intervention, comme cela a pu être constaté chez l'enfant entraîné A.P. (cf. annexe 5) pour qui l'intervention a eu un impact globalement moins positif que chez les autres enfants.

Un point fort du programme d'entraînement est l'utilisation d'exercices et de tâches différentes de l'épreuve évaluant le trouble. Cependant, dans une partie des exercices le matériel est en partie identique, il s'agit de stimuli hiérarchisés dans les deux cas, bien que les dessins d'objets utilisés soient différents. L'objectif est de solliciter les mécanismes qui font défaut à travers des exercices qui divergent de l'outil diagnostique afin d'évaluer aussi objectivement que possible la portée de l'intervention et la généralisation de la faculté cognitive stimulée.

IV. Intérêts et apports orthophoniques

Bien que fréquemment rencontrée dans la pratique orthophonique, la dyslexie développementale reste une pathologie difficile à rééduquer. En effet, ces prises en charge sont souvent longues et laborieuses. Même si le diagnostic de la dyslexie phonologique est réalisé avec plus de facilité que dans le cas d'une DS, il reste difficile de remédier au trouble plutôt qu'aux symptômes qu'elle engendre. Concernant la DS, la théorie tend à identifier de mieux en mieux les mécanismes cognitifs déficitaires, mais dans la pratique elle est souvent diagnostiquée par l'absence de trouble phonologique plutôt que par la mise en relief du trouble visuo-attentionnel. Jusqu'ici, pour ce type de dyslexie, la rééducation demeure davantage comportementale que cognitive.

Aussi, grâce à ce mémoire, nous avons montré qu'il était possible d'évaluer précisément et de restaurer spécifiquement l'un des troubles cognitifs sous-jacents de la dyslexie de surface, alors que les prises en charge actuelles, face au manque de moyens, passent par une stratégie de réorganisation ou de facilitation, c'est-à-dire qu'elles mettent en place des aides internes (i.e., stratégies mentales pour contourner le déficit).

Nos espoirs portent à présent sur la possibilité de commercialisation de l'outil diagnostique *FocalDivi* ainsi que du matériel de remédiation auprès des orthophonistes. L'accès à ce matériel sera prochainement possible par le biais d'une plateforme à laquelle pourront avoir accès les orthophonistes et les neuropsychologues intéressés (mise en place en cours par Bedoin et Médina). En effet, nous avons vu qu'en agissant directement sur le mécanisme cognitif déficitaire, les compétences en lecture s'amélioreraient et les conséquences comportementales du trouble visuo-attentionnel tendaient à s'estomper. Ainsi, il serait opportun de mettre à la disposition des professionnels ce type de matériel qui, en agissant sur le trouble, oriente de façon implicite les enfants dyslexiques de surface vers l'utilisation plus spontanée de la lecture par la procédure d'adressage.

CONCLUSION

Au cours de cette étude, nous avons envisagé l'hétérogénéité clinique des profils de dyslexie selon leurs causes multiples. Afin de s'inscrire dans une perspective purement pluraliste, nous avons admis le trouble d'ordre visuo-attentionnel comme étant à l'origine de la dyslexie dite de surface. Malgré les déficits visuo-attentionnels variés évoqués dans la littérature, cette altération reste encore mal définie. Des anomalies de focalisation attentionnelle, de filtrage ou encore de distribution spatiale de l'attention ont effectivement été suggérées sans jamais aboutir à une explication très précise de la nature de ce trouble.

L'orthophoniste, principal soignant quant à ce trouble du langage écrit, a donc connaissance de son existence sans avoir les outils diagnostiques et rééducatifs nécessaires à sa prise en charge. De manière générale, trois types d'interventions s'offrent au professionnel : la restauration du déficit sous-jacent, la compensation à travers d'autres voies d'accès à la lecture et le renforcement des facultés efficaces pour pallier le processus altéré. Concernant la DS pure, l'orthophoniste n'a d'autre possibilité que d'envisager son action thérapeutique selon les deux derniers axes, à savoir : le renforcement de la voie phonologique préservée et la compensation de la voie lexicale altérée. La définition du trouble visuo-attentionnel étant floue, notre recherche a visé à éclaircir cette problématique.

Ainsi, en proposant d'avérer l'existence d'un déficit visuo-attentionnel particulier (attractivité irrésistible pour les détails) chez les enfants DS à travers un outil diagnostique spécifique et de tenter d'y remédier par un entraînement intensif ciblé, la possibilité de restaurer un tel dysfonctionnement cognitif a ensuite pu être envisagée concrètement. Un programme novateur a permis d'améliorer les capacités de ces enfants à inhiber des détails non pertinents et à appréhender davantage la globalité d'un stimulus visuel complexe. En outre, cette intervention s'accompagne de progrès en lecture, notamment des mots irréguliers, davantage considérés dans leur globalité.

De plus, la pertinence de l'épreuve *FocalDivi*, ayant permis d'observer en partie ces résultats, ne fait plus de doute. Cet outil pourrait s'ajouter au matériel orthophonique existant pour le diagnostic des dyslexies développementales.

Ces résultats sont prometteurs, mais leur interprétation doit toutefois demeurer prudente au regard de la taille de notre échantillon. Ils permettent d'envisager la contribution de ce programme d'entraînement à la rééducation de la DS. De fait, les orthophonistes n'auraient plus comme unique piste de prise en charge l'enrichissement du stock orthographique via des méthodes axées sur la morphologie ou l'encodage du mot, mais pourraient agir en profondeur sur le dysfonctionnement primaire.

L'étude conjointe menée sur la spécificité de l'orientation attentionnelle dans l'espace des enfants dyslexiques de surface a pu mettre en exergue certains comportements déviants dont le lien causal et la part de responsabilité dans ce trouble spécifique des apprentissages doivent être approfondis.

BIBLIOGRAPHIE

Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). A connectionist multiple-trace memory model for polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105, 678-723.

Bedoin, N., Kéïta, L., Leculier, L., Roussel, C., Herbillon, V., & Launay, L. (2010). Diagnostic et remédiation d'un déficit d'inhibition des détails dans la dyslexie de surface. In T. Rousseau, & F. Valette-Fruhinsholz (Eds.), *Le langage oral : Données actuelles et perspectives en orthophonie* (pp.177-210). Isbergues, OrthoEdition.

Bedoin, N., Roussel, C., Leculier, L., Kéïta, L., Herbillon, V., & Launay, L. (2009). Dyslexie de surface chez l'enfant et déficit de l'inhibition des détails : aide au diagnostic et remédiation. In A. Devevey (Ed.), *Dyslexies : approches thérapeutiques, de la psychologie cognitive à la linguistique* (pp.13-43). Marseille, Solal.

Bedoin, N., & Siéroff, E. (1989). Activation phonologique dans la lecture : Comparaison de deux tâches. *Cahiers de Psychologie Cognitive, European Bulletin of Cognitive Psychology*, 9, 545-560.

Billard, C., & Jambaqué, I. (2008). L'essor de la neuropsychologie de l'enfant. *Revue Neurologique*, 164, 108-113.

Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia : The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104, 198 – 230.

Bosse, M. L., & Valdois, D. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance : A cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, 32, 230-253.

Bradley, L., & Bryant, P. E. (1978). Difficulties in auditory organisation as a possible cause of reading backwardness. *Nature*, 271, 746–747.

Casco, C., Tressoldi, P. E., & Dellantonio, A. (1998). Visual selective attention and reading efficiency are related in children. *Cortex*, 34, 534-546.

Cave, K. R., & Bichot, N. P. (1999). Visuospatial attention : Beyond a spotlight model. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6, 204-223.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edition). Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Cohen, J. D., MacWhinney, B., Flatt, M., & Provost, J. (1993). Psyscope : A new graphic interactive environment for designing psychology experiments. *Behavioral Research Methods, Instruments & Computers*, 25, 257-271.

Cohen, J. D., Romero, R. D., Servan-Schreiber, D., & Farah, M. (1994). Mechanisms of spatial attention : The relation of macrostructure to microstructure in parietal neglect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6, 377-387.

Decourchelle, A., & Exertier, C. (2002). *Elaboration et évaluation de la validité d'une épreuve de copie contribuant au diagnostic de la dyslexie : Comparaison des résultats d'enfants dyslexiques de surface et phonologiques à ceux de groupes témoins de CE1 au CM2*. Lyon : mémoire d'orthophonie n° 1178.

Ducrocq-Dérignon, M. (2008). *Effet d'une rééducation visuo-attentionnelle chez des enfants présentant une dyslexie de surface*. Mémoire de Master 2 Professionnel Spécialité Neuropsychologie, Université Lumière Lyon 2.

Eckert, M. A., Leonard, C. M., Richards, T. L., Aylward, E. H., Thomason, J., & Berninges, V. W. (2003). Anatomical correlates of dyslexia : Frontal and cerebellar findings. *Brain*, 126, 482-494.

Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R., Ultimà, C., & Mascetti, G. G. (2003). Auditory and visual automatic attention deficits in developmental dyslexia. *Cognitive Brain Research*, 16, 185-191.

Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Ultimà, C., & Mascetti, G. G. (2003). The role of visuo-spatial attention in developmental dyslexia : Evidence from a rehabilitation study. *Cognitive Brain Research*, 15, 154-164.

Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G.G. (2000). Visuo-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, 36, 109-123

Facoetti, A., Ruffino, M., Peru, A., Paganoni, P., & Chelazzi, L. (2008). Sluggish engagement and disengagement of non-spatial attention in dyslexic children. *Cortex*, 44, 1221-1233.

Facoetti, A., & Turatto, M. (2000). Asymmetrical visual field distribution of attention in dyslexic children : A neuropsychological study. *Neuroscience Letters*, 290, 216-218.

Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., Paganoni, P., Ultimà, C., & Mascetti, G. G. (2006). The relationship between visuospatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 841-855.

Fawcett, A. J., & Nicolson, R. I. (1994). Persistence of phonological awareness deficit in older children with dyslexia. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 7, 361-376.

Fernandez, S. (2009). *Effets d'une remédiation visuo-attentionnelle chez des enfants dyslexiques de surface*. Mémoire de Master 2 Professionnel Spécialité Neuropsychologie, Université Grenoble-Chambéry.

Friedmann, N., & Lukov, L. (2008). Developmental surface dyslexias. *Cortex*, 44, 1146-1160.

Geiger, G., & Lettvin, J. Y. (2000). Developmental dyslexia : A different perceptual strategy and how to learn a new strategy for reading. *Child developmental and disabilities*, 26, 73-89.

Habib, M. (2002a). Aspects étiologiques des dyslexies. In V. Brun & R. Cheminal (Eds.), *Les dyslexies* (pp.4-22). Paris, Masson.

Habib, M. (2002b). Bases neurologiques des troubles spécifiques des apprentissages. *Réadaptation*, 486, 16-28.

Habib, M. (2004). Bases neurobiologiques de la dyslexie. In M. N. Metz-Lutz, E. Demont, C. Seegmuller, M. De Agostini, & N. Bruneau (Eds.), *Développement cognitif et troubles des apprentissages : évaluer, comprendre, rééduquer et prendre en charge* (pp. 219-244). Marseille, Solal.

Hari, R., Renvall, H., & Tanskanen, T. (2001). Left minineglect in dyslexic adults. *Brain*, 124, 1373-1380.

Kéïta, L. (2007). *Approche développementale et neuropsychologique des processus visuo-attentionnels : traitements global et local selon la catégorie*. Thèse de Psychologie, Université Lyon 2.

Kéïta, L., & Bedoin, N. (2010). *Catégorie des stimuli hiérarchisés et spécialisation hémisphérique*. Sarrebruck : Editions Universitaires Européennes.

LaBerge, D., & Brown, V. (1989). Theory of attentionnal operations in shape identification. *Psychological Review*, 96, 101-124.

Laboratoire CogniSciences. (2001). *Batterie Analytique de Langage Ecrit*. Grenoble : CogniSciences.

Lambert, E., & Chesnet, D. (2001). NOVLEX : une base de données lexicales pour les élèves de primaire. *L'Année Psychologique*, 101, 277-288.

Lefavrais, P. (1967). *L'Alouette*. Paris : ECPA.

Leculier, L., & Roussel, C. (2007). *Effets d'un entraînement visuo-attentionnel chez des enfants dyslexiques de surface*. Lyon : mémoire d'orthophonie n°1414.

Marendaz, C., Valdois, S., & Walch, J. P. (1996). Dyslexie développementale et attention visuo-spatiale. *L'Année Psychologique*, 96, 193-224.

Marshall, J. C., & Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia : A psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research*, 2, 175-199.

Mounts, J. R. W. (2000). Evidence for suppressive mechanisms in attentional selection: Feature singletons produce inhibitory surrounds. *Perception & Psychophysics*, 62, 969-998.

Oldfield, R.C. (1971). The assesment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-114.

Peyrin, C., Lallier, M., & Valdois, S. (2008). Visual attention span brain mechanisms in normal and dyslexic readers. In M. Baciú (Ed.), *Neuropsychology and cognition of*

language : *Behavioural, neuropsychological and neuroimaging studies of spoken and written language* (pp.22-43). Research SignPost Edition, Kerala.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.

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

Redsand, G. (2010). *Orientation de l'attention spatiale en modalités visuelle et auditive chez l'enfant normo-lecteur et dyslexique*. Mémoire de Master 1 Sciences Cognitives, Université Lyon 2.

Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7, 12-36.

Talcott, J., Hansen, P., Assoku, E. L. & Stein, J. (2000). Visual motion sensitivity in dyslexia: Evidence for temporal and energy integration deficits. *Neuropsychologia*, 38, 935-943.

Valdois, S. (2000). Pathologies développementales de l'écrit. In M. Kail & Fayol (Eds.), *L'acquisition du langage : Le langage en développement. Au-delà de 3 ans* (pp.247-278). Paris, Presses Universitaires de France.

Valdois, S. (2004). Les sous-types de dyslexies développementales. In S. Valdois, P. Colé, and D. David (Eds.), *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales* (pp. 171-198). Marseille, Solal.

Valdois, S. (2005). Traitements visuels et dyslexies développementales. In C. Hommet, I. Jambaqué, C. Billard, & P. Gillet (Eds.), *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement* (pp.267-300). Marseille, Solal.

Valdois, S. (2010). Evaluation des difficultés d'apprentissage de la lecture, *Revue Française de Linguistique Appliquée*, vol.15.

Valdois, S., Bosse, M. L., Ans, B., Carbonnel, S., Zorman, M., David, D., & Pellat, J. (2003). Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia : Evidence from two cases studies. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 16, 541-572.

Van Hout, A., & Estienne, F. (2001). *Les dyslexies : décrire, évaluer, expliquer, traiter*. Paris : Masson.

Zesiger, P. (2004). Neuropsychologie développementale et dyslexie. *Enfance*, 56, 237-243.

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE I : PROFILS COMPORTEMENTAL ET COGNITIF SELON LA TYPOLOGIE DE LA DYSLEXIE	72
ANNEXE II : ILLUSTRATIONS DES EPREUVES VISUO-ATTENTIONNELLES	73
1. ILLUSTRATION DE LA PROCEDURE UTILISEE DANS L'EPREUVE DE REPORT GLOBAL	73
2. EXEMPLE D'ITEM DE L'EPREUVE D'ORIENTATION ENDOGENE (ADAPTEE DE POSNER) DE L'ATTENTION EN CONDITION VALIDE	73
3. EXEMPLES D'IMAGES D'OBJETS HIERARCHISEES DANS L'EPREUVE <i>FOCALDIVI</i>	74
ANNEXE III : ILLUSTRATIONS DES EXERCICES PROPOSES LORS DE L'ENTRAINEMENT AU PASSAGE ENTRE NIVEAUX GLOBAL ET LOCAL	75
ANNEXE IV : EXEMPLES D'ITEMS D'ENTRAINEMENT UTILISES POUR LA FOCALISATION AU NIVEAU GLOBAL	77
ANNEXE V : EVOLUTION DES PERFORMANCES VISUO-ATTENTIONNELLES DES ENFANTS DU GROUPE ENTRAINE A L'EPREUVE <i>FOCALDIVI</i>.....	78
1. INTERFERENCE ISSUE DU NIVEAU LOCAL	78
2. INTERFERENCE ISSUE DU NIVEAU GLOBAL	78
3. ASYMETRIE DE L'INTERFERENCE	79
ANNEXE VI : EVOLUTIONS DES PERFORMANCES VISUO-ATTENTIONNELLES DES ENFANTS DU GROUPE TEMOIN A L'EPREUVE <i>FOCALDIVI</i>.....	80
1. INTERFERENCE ISSUE DU NIVEAU LOCAL	80
2. INTERFERENCE ISSUE DU NIVEAU GLOBAL	80
3. ASYMETRIE DE L'INTERFERENCE	81

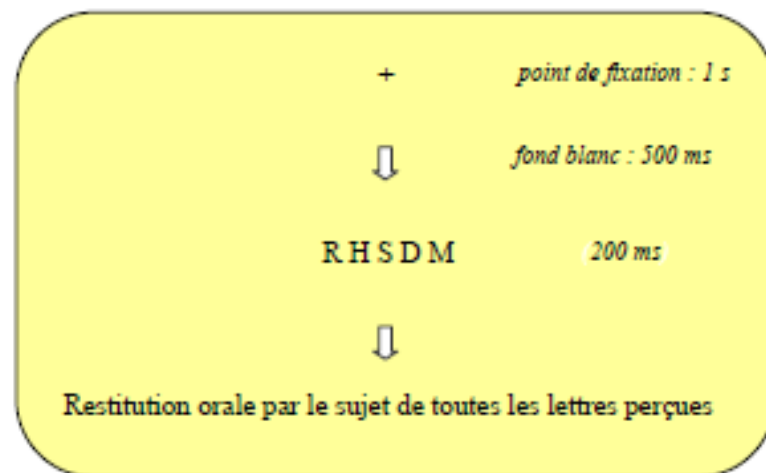
Annexe I : Profils comportemental et cognitif selon la typologie de la dyslexie

	PROFIL COMPORTEMENTAL					
	Lecture			Orthographe		
	Mots réguliers	Mots irréguliers	Non-mots	Mots rég.	Mots irrég.	Non-mots
Dyslexie phonologique	+/-	+/-	-	+/-	+/-	-
Dyslexie de surface	+/-	-	+	+/-	-	+
Dyslexie mixte	-	-	-	-	-	-

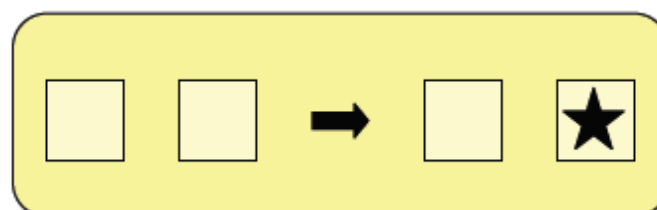
	PROFIL COGNITIF					
	Trouble phonologique			Trouble visuo-attentionnel		
	Répétition	MCT	Métaphonologie	Report Global	DEUX	Copie
Dyslexie phonologique	-	-	-	+/-	+	+/-
Dyslexie de surface	+	+	+	-	-	- -
Dyslexie mixte	-	-	-	-	-	-

Annexe II : Illustrations des épreuves visuo-attentionnelles

1. Illustration de la procédure utilisée dans l'épreuve de Report Global



2. Exemple d'item de l'épreuve d'orientation endogène (adaptée de Posner) de l'attention en condition valide



3. Exemples d'images d'objets hiérarchisées dans l'épreuve *FocalDivi*

Focalisation sur le niveau global :

Laquelle de ces deux images est présente au niveau global : ☆ ou ∪ ?

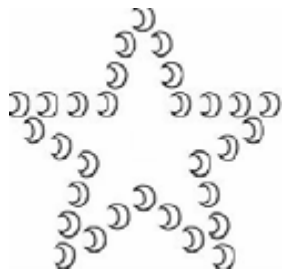


→ réponse : ☆, l'enfant appuie sur la touche N

(condition contrôle)

Focalisation sur le niveau local :

Laquelle de ces 2 images est présente au niveau local : ☆ ou ∪ ?



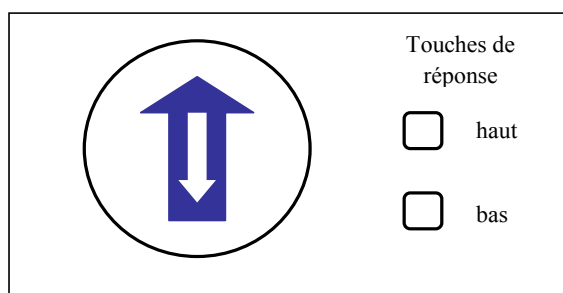
→ réponse : ∪, l'enfant appuie sur la touche V

(condition piège)

Annexe III : Illustrations des exercices proposés lors de l'entraînement au passage entre niveaux global et local

Exercice *Panneaux Alternance* :

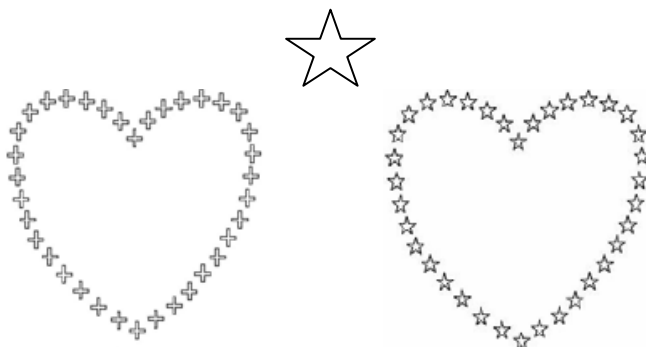
Quelle est l'orientation de la flèche blanche ?



→ réponse : *bas*, l'enfant appuie sur la touche 3 du clavier.

Exercice *Triplets Simple* :

Laquelle de ces deux images du bas contient le dessin du haut ?



→ réponse : *droite*, l'enfant appuie sur la touche N du clavier.

Exercice Triplets Complexe :

Laquelle des deux images du bas contient une des formes du haut ?

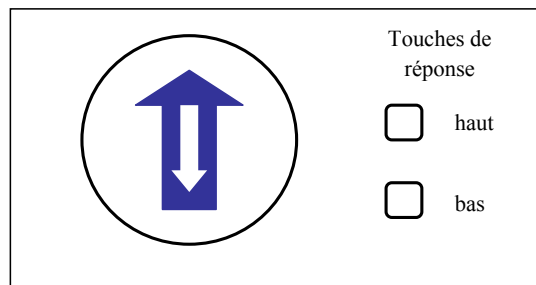


→ réponse : *gauche*, l'enfant appuie sur la touche V du clavier.

Annexe IV : Exemples d'items d'entraînement utilisés pour la focalisation au niveau global

Exercice Panneaux Global :

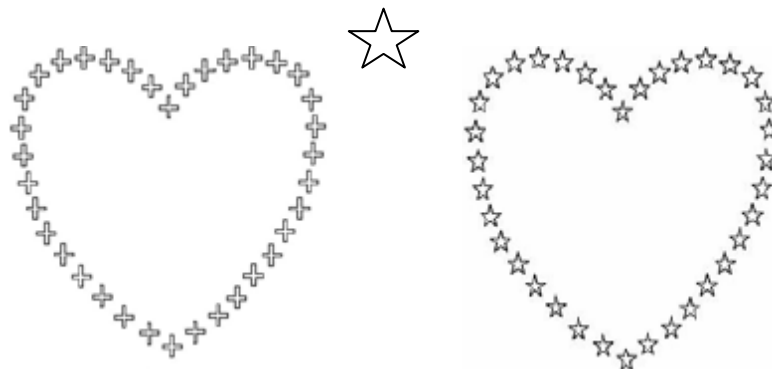
Quelle est l'orientation de la grande flèche ?



→ réponse : *haut*, l'enfant appuie sur la touche 6 du clavier.

Exercice Triplets Simple :

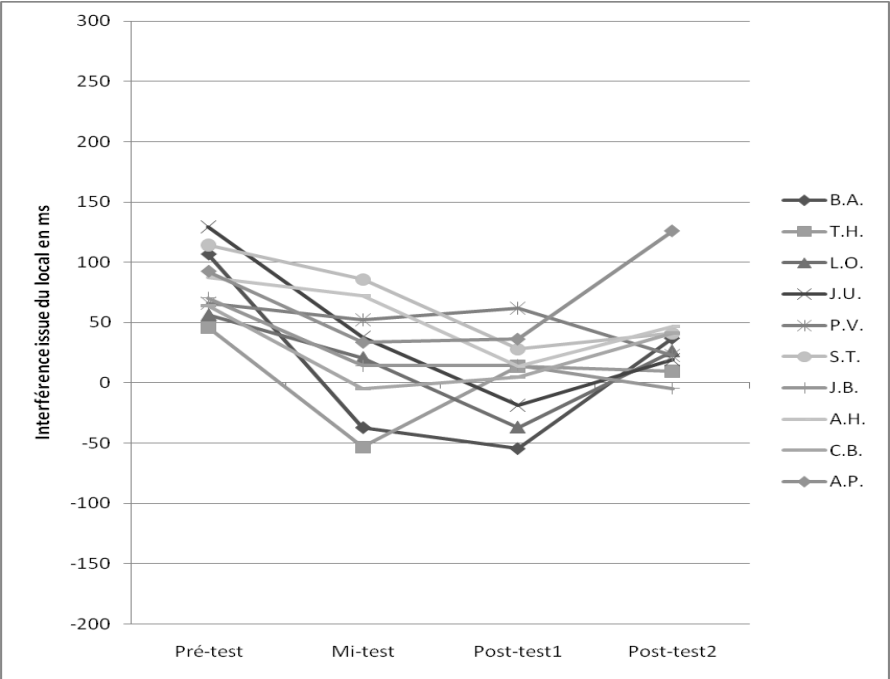
Laquelle de ces deux images contient le dessin du haut ?



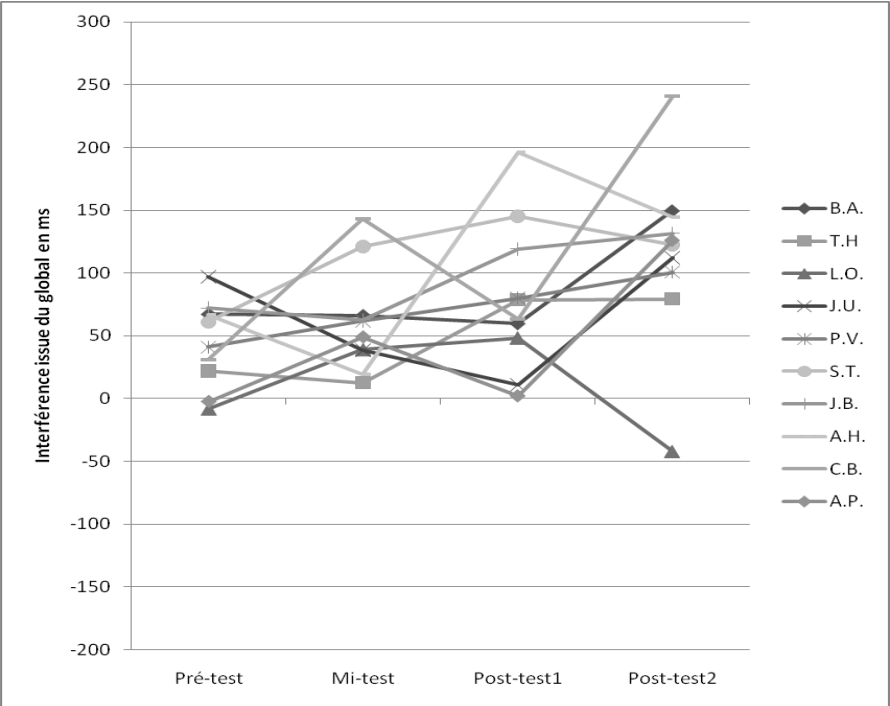
→ réponse : *droite*, l'enfant appuie sur la touche N du clavier.

**Annexe V : Evolution des performances visuo-attentionnelles
des enfants du groupe entraîné à l'épreuve *Focal/Divi***

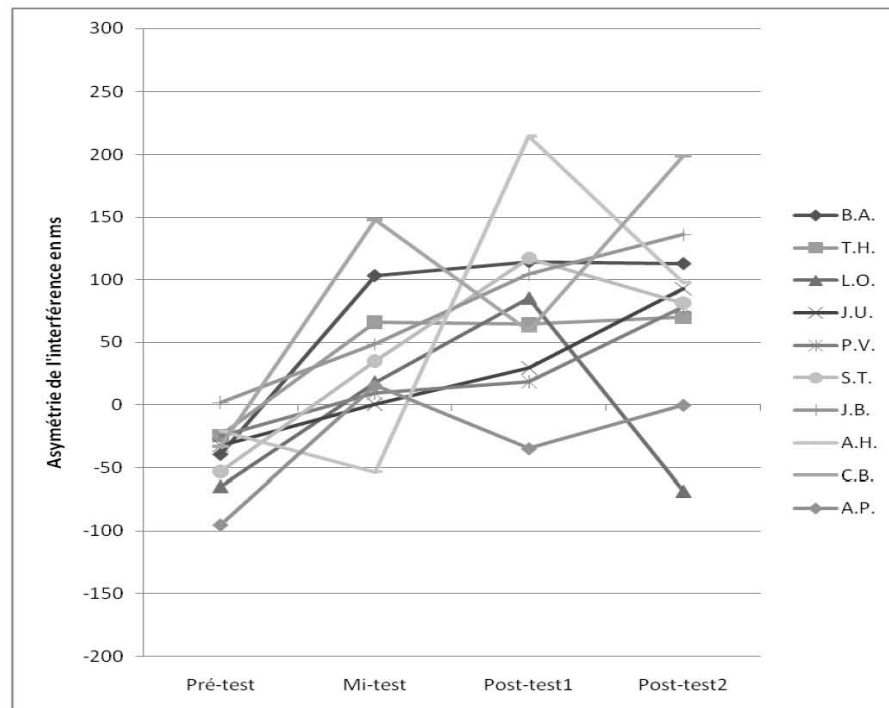
1. Interférence issue du niveau local



2. Interférence issue du niveau global

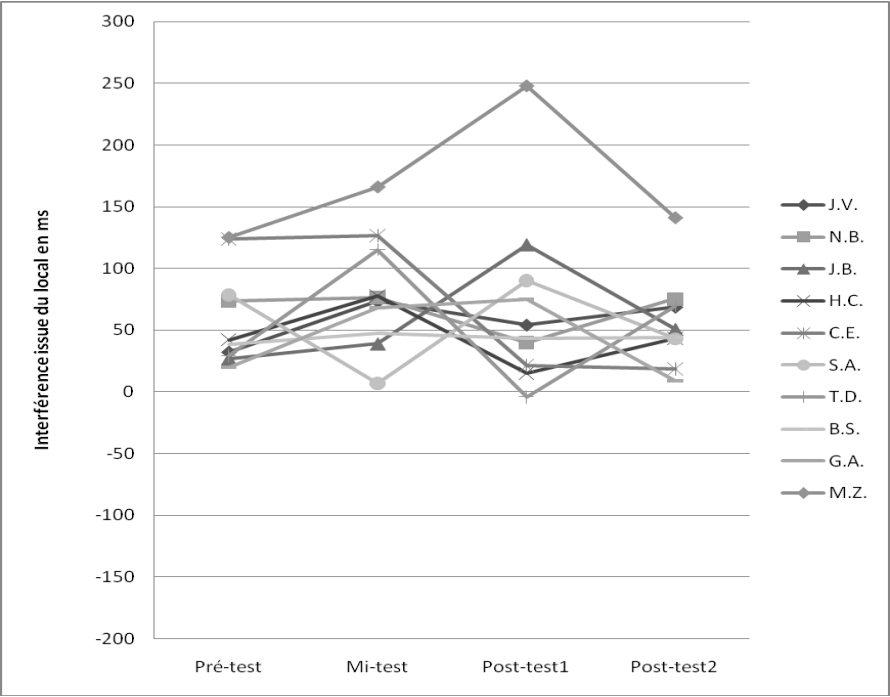


3. Asymétrie de l'interférence

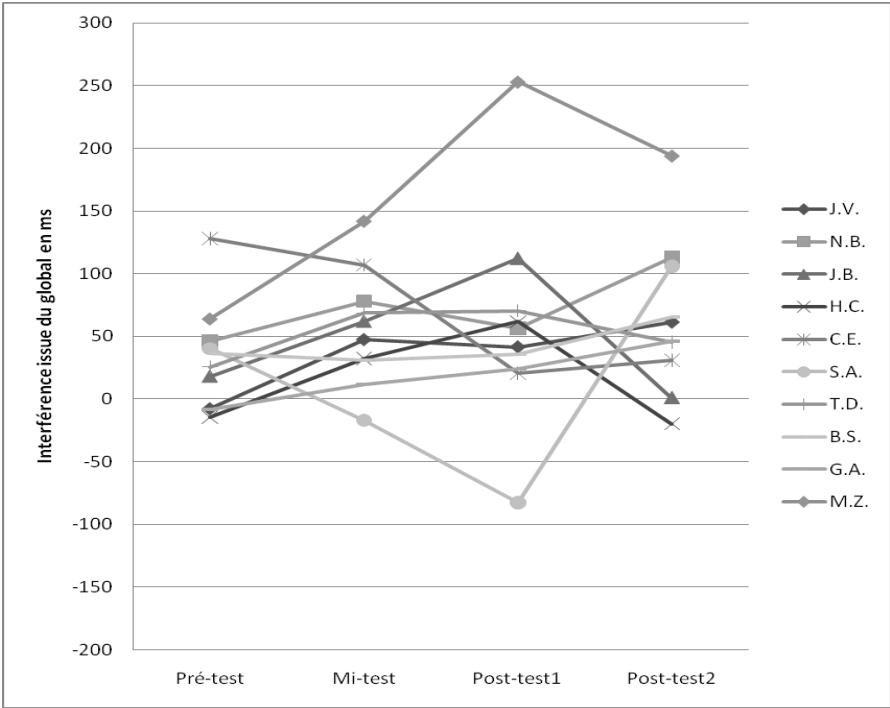


Annexe VI : Evolutions des performances visuo-attentionnelles des enfants du groupe témoin à l'épreuve *FocalDivi*

1. Interférence issue du niveau local



2. Interférence issue du niveau global



3. Asymétrie de l'interférence

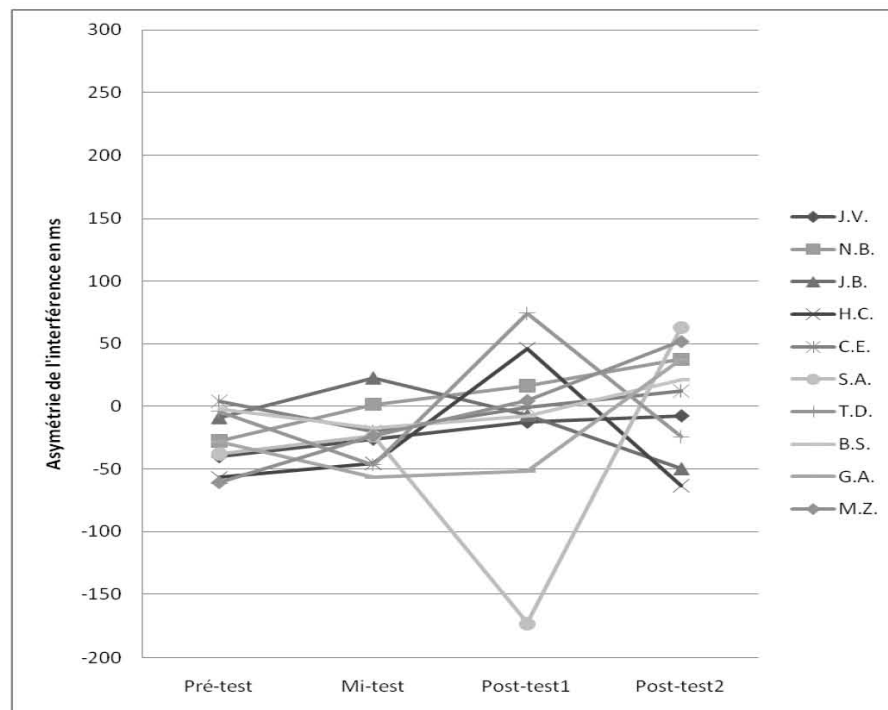


TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Caractéristiques relatives aux participants	27
Tableau 2 : Déroulement de l'étude	29
Figure 1 : Asymétrie de l'interférence (interférence issue du niveau global moins interférence issue du niveau local) sur la vitesse moyenne de réponse dans les deux groupes aux quatre étapes de la prise en charge. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	42
Figure 2 : Interférence issue du niveau local sur les temps de réponse dans les deux groupes d'enfants aux quatre étapes de la prise en charge. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	43
Figure 3 : Interférence issue du niveau global sur les temps de réponse dans les deux groupes d'enfants aux quatre étapes de la prise en charge. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	44
Figure 4 : Evolution des pourcentages d'erreurs entre les étapes dans les deux groupes d'enfants pour, a/ (en haut à gauche) l'asymétrie de l'interférence (interférence issue du global moins interférence issue du local), b/ (en haut à droite) l'interférence issue du niveau local, c/ (en bas) l'interférence issue du niveau global. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	45
Figure 5a : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, en lecture de mots réguliers. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	46
Figure 5b : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, en lecture de mots irréguliers. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	46
Figure 6a : Effet de la rareté lexicale des mots réguliers sur les performances des enfants estimées en écart-type à la norme. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.	47
Figure 6b : Effet de la rareté lexicale des mots irréguliers sur les performances des enfants estimées en écart-type à la norme. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.	47
Figure 7 : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, en lecture de pseudo-mots. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	48
Figure 8 : Effet de la non-lexicalité sur les performances des enfants estimées en écart-type à la norme. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.	48

Figure 9a : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve des DEUX présentés en colonnes. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	49
Figure 9b : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve des DEUX en présentation anarchique. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	49
Figure 10 : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve de fenêtre de copie, exprimées en taille de fenêtre et en nombre de caractères copiés. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.....	50
Figure 11a : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve de Report Global, avec le score global et le nombre de séquences entièrement restituées. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.....	50
Figure 11b : Performances des enfants, en écart-type par rapport à la norme, dans l'épreuve de Report Global, pour chacune des cinq positions de lettres dans la séquence. Les barres d'erreurs représentent l'erreur-type.	50
Figure 12a : Bénéfice (TR en condition neutre – condition valide), selon le champ visuel où apparaît la cible et sa proximité du centre, chez les enfants DS et leurs contrôles. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.	51
Figure 12b : Coût (TR en condition neutre – condition non valide), selon le champ visuel où apparaît la cible et sa proximité du centre, chez les enfants DS et leurs contrôles. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type	52

TABLE DES MATIERES

ORGANIGRAMMES	2
1. <i>Université Claude Bernard Lyon1</i>	2
1.1 Secteur Santé :.....	2
1.2 Secteur Sciences et Technologies :.....	2
2. <i>Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE</i>	3
REMERCIEMENTS.....	4
SOMMAIRE.....	5
INTRODUCTION.....	7
PARTIE THEORIQUE	8
I. LA DYSLEXIE	9
1. <i>Définition</i>	9
2. <i>Corrélat neuroanatomiques.....</i>	9
II. <i>TPOLOGIE DE LA DYSLEXIE : LE MODELE A DOUBLE VOIE (MARSHALL & NEWCOMBE, 1973).....</i>	10
1. <i>Dyslexie phonologique.....</i>	11
2. <i>Dyslexie de surface</i>	11
3. <i>Dyslexie mixte</i>	11
III. LES HYPOTHESES EXPLICATIVES.....	11
1. <i>L'hypothèse phonologique</i>	12
2. <i>L'hypothèse magnocellulaire</i>	12
3. <i>L'hypothèse temporelle</i>	12
4. <i>L'hypothèse cérébelleuse</i>	13
5. <i>Les hypothèses visuo-attentionnelles</i>	13
5.1. Déficit de la fenêtre visuo-attentionnelle (FVA).....	14
5.1.1. Cadre théorique : le modèle connexionniste ACV 98.....	14
5.1.2. Les différents types de dyslexie selon le modèle ACV 98.....	14
5.1.3. Empan visuo-attentionnel et dyslexie de surface	15
5.2. Troubles visuo-attentionnel liés aux modes d'analyse global et local.....	16
5.3. Troubles visuo-attentionnels liés à l'orientation spatiale de l'attention	17
5.3.1. Orientation de l'attention et dyslexie phonologique	17
5.3.2. Orientation de l'attention et dyslexie de surface	19
IV. LES MODES D'ANALYSE GLOBAL ET LOCAL DE STIMULI HIERARCHISES	20
1. <i>Paradigme expérimental : principes généraux.....</i>	20
2. <i>Avantage du niveau global.....</i>	20
3. <i>Traitement des stimuli hiérarchisés par les dyslexiques de surface.....</i>	21
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES.....	22
I. HYPOTHESES GENERALES	23
II. HYPOTHESES OPERATIONNELLES	23
1. <i>Hypothèse opérationnelle 1.....</i>	23
2. <i>Hypothèse opérationnelle 2.....</i>	24
3. <i>Hypothèse opérationnelle 3.....</i>	24
4. <i>Hypothèse opérationnelle 4.....</i>	24
5. <i>Hypothèse opérationnelle 5.....</i>	24
PARTIE EXPERIMENTALE	25
I. PARTICIPANTS	26
1. <i>Méthode de sélection de l'échantillon.....</i>	26
2. <i>Critères d'inclusion.....</i>	28
3. <i>Critères d'exclusion</i>	28
4. <i>Lieu d'expérimentation</i>	28
II. DEROULEMENT GENERAL DE L'ETUDE.....	28
1. <i>Evaluation du profil comportemental</i>	29
1.1. Epreuves de lecture.....	29
1.2. Epreuve d'orthographe.....	30
2. <i>Evaluation de la voie phonologique.....</i>	30

2.1.	Epreuve phonologique de répétition (B.A.L.E., 2001).....	30
2.2.	Epreuves métaphonologiques (B.A.L.E., 2001).....	30
2.3.	Epreuves de mémoire à court terme (B.A.L.E., 2001).....	31
3.	<i>Evaluation des capacités visuo-attentionnelles</i>	32
3.1.	Recherche d'indices verbaux (B.A.L.E., 2001).....	32
3.2.	Epreuve de copie « La baleine paresseuse » (Decourchelle & Exertier, 2002).....	32
3.3.	Epreuve de Report Global (Bosse et al., 2007).....	32
3.4.	Epreuve d'orientation avec indicage endogène.....	33
3.5.	Epreuve d'attention focalisée <i>FocalDivi</i> (Bedoin, Lévy-Sebbag, & Kéïta, 2005, cités par Bedoin et al., 2009) 34	
III.	PROGRAMME D'ENTRAINEMENT.....	36
1.	<i>Méthode d'entraînement</i>	36
2.	<i>Entraînement au passage entre niveaux : switching (cf. annexe 3)</i>	36
2.1.	Exercice <i>Panneaux Alternance</i>	36
2.2.	Exercice <i>Triplets Simple</i>	37
2.3.	Exercice <i>Triplets Complexe</i>	37
3.	<i>Entraînement à la focalisation sur le niveau global (cf. annexe 4)</i>	38
3.1.	Exercice <i>Panneaux Global</i>	38
3.2.	Exercice <i>Triplets Global</i>	38
	PRESENTATION DES RESULTATS.....	40
I.	ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES.....	41
II.	RESULTATS AUX DIFFERENTES EPREUVES UTILISEES.....	42
1.	<i>Effets de l'entraînement sur l'épreuve FocalDivi</i>	42
1.1.	Analyse des temps de réponse.....	42
1.2.	Analyse des pourcentages d'erreurs.....	44
2.	<i>Effets de l'entraînement sur les tests de langage écrit et d'attention</i>	46
3.	<i>Résultats à l'épreuve d'orientation indicée</i>	51
	DISCUSSION DES RESULTATS.....	53
I.	DISCUSSION GENERALE.....	54
1.	<i>Rappel des objectifs de l'étude</i>	54
2.	<i>Nature du déficit visuo-attentionnel étudié</i>	54
II.	VALIDATION DES HYPOTHESES.....	56
1.	<i>Impact du programme d'entraînement sur le trouble d'inhibition des détails</i>	56
2.	<i>Impact du programme d'entraînement sur les compétences visuo-attentionnelles testées avec un matériel orthographique</i>	58
3.	<i>Impact du programme d'entraînement sur les compétences dans le domaine de l'écrit</i>	59
4.	<i>Mise en évidence de déficits d'orientation spatiale de l'attention</i>	60
III.	REGARD CRITIQUE SUR L'ETUDE.....	63
IV.	INTERETS ET APPORTS ORTHOPHONIQUES.....	64
	CONCLUSION.....	65
	BIBLIOGRAPHIE.....	66
	ANNEXES.....	70
	TABLE DES ANNEXES.....	71
	ANNEXE I : PROFILS COMPORTEMENTAL ET COGNITIF SELON LA TYPOLOGIE DE LA DYSLEXIE.....	72
	ANNEXE II : ILLUSTRATIONS DES EPREUVES VISUO-ATTENTIONNELLES.....	73
	1. <i>Illustration de la procédure utilisée dans l'épreuve de Report Global</i>	73
	2. <i>Exemple d'item de l'épreuve d'orientation endogène (adaptée de Posner) de l'attention en condition valide</i>	73
	3. <i>Exemples d'images d'objets hiérarchisées dans l'épreuve FocalDivi</i>	74
	ANNEXE III : ILLUSTRATIONS DES EXERCICES PROPOSES LORS DE L'ENTRAINEMENT AU PASSAGE ENTRE NIVEAUX GLOBAL ET LOCAL.....	75
	ANNEXE IV : EXEMPLES D'ITEMS D'ENTRAINEMENT UTILISES POUR LA FOCALISATION AU NIVEAU GLOBAL.....	77
	ANNEXE V : EVOLUTION DES PERFORMANCES VISUO-ATTENTIONNELLES DES ENFANTS DU GROUPE ENTRAINE A L'EPREUVE <i>FOCALDIVI</i>	78
	1. <i>Interférence issue du niveau local</i>	78
	2. <i>Interférence issue du niveau global</i>	78

3. Asymétrie de l'interférence	79
ANNEXE VI : EVOLUTIONS DES PERFORMANCES VISUO-ATTENTIONNELLES DES ENFANTS DU GROUPE	
TEMOIN A L'EPREUVE <i>FOCALDIVI</i>	80
1. Interférence issue du niveau local.....	80
2. Interférence issue du niveau global	80
3. Asymétrie de l'interférence	81
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	82
TABLE DES MATIERES	84

Julie Eysseric – Marion Keller

**IMPACT D'UNE REMEDIATION VISUO-ATTENTIONNELLE AUPRES D'ENFANTS
DYSLEXIQUES DE SURFACE**

86 Pages

Mémoire d'orthophonie -UCBL-ISTR- Lyon 2011

RESUME

Mieux comprendre les dysfonctionnements cognitifs à l'origine des diverses formes de dyslexie représente un réel enjeu rééducatif en orthophonie. La conception pluraliste du langage écrit admet l'existence de troubles sous-jacents variés et différentes compétences visuo-spatiales sont supposées participer aux difficultés rencontrées dans la dyslexie. Plusieurs hypothèses coexistent concernant la nature du trouble visuo-attentionnel responsable de la dyslexie de surface (DS). Selon les travaux de Bedoin (2010), les enfants DS présenteraient une asymétrie de l'interférence atypique lors de l'application des modes d'analyse global et local. Un défaut d'inhibition des détails semblerait fortement perturber le traitement orthographique du mot écrit. Des troubles de la répartition de l'attention spatiale ne sont cependant pas exclus. L'équipe de Facoetti (2006) décrit un défaut de filtrage en champ visuel droit chez des enfants dyslexiques phonologiques italiens. Or en français, une bonne réalisation de l'adressage nécessite des mécanismes d'inhibition périphérique, et les capacités d'orientation sont indispensables quelle que soit la procédure de lecture. C'est pourquoi nous avons souhaité mettre en évidence ces troubles dans la DS. Notre étude consistait à la fois à diagnostiquer l'asymétrie inversée de l'interférence, grâce à l'épreuve *FocalDivi* et à tenter d'y remédier, par un programme d'entraînement intensif auprès de dix enfants DS. Les résultats témoignent d'une meilleure appréhension du mode global chez les enfants entraînés se répercutant sur les compétences en lecture. En revanche, aucune amélioration n'est notée chez les dix enfants témoins. L'analyse détaillée des progrès montre qu'une rééducation spécifique permet à l'enfant DS de s'engager dans l'application d'une procédure de lecture par adressage. Si le trouble d'inhibition des détails contribue à cette pathologie, une expérience d'orientation visuo-spatiale montre qu'un déficit d'inhibition unilatéral (dans le champ droit, éloigné du centre) y participe aussi. Les déficits mis en avant dans cette étude relèvent tous de l'attention spatiale et concernent l'inhibition, qui est un type de mécanisme apparemment sensible à des rééducations intensives.

MOTS-CLES

Dyslexie développementale – Dyslexie de surface – Trouble visuo-attentionnel – Stimuli hiérarchisés - Remédiation – Traitements local/global – Orientation attentionnelle spatiale – Langage écrit

MEMBRES DU JURY

M. Cartier - S. Frambourg - H. Levy-Sebbag

MAITRE DE MEMOIRE

Nathalie Bedoin

DATE DE SOUTENANCE

Juin 2011
