



THÈSE

En vue de l'obtention du DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par l'Université Toulouse 2 - Jean Jaurès

Présentée et soutenue par
Anna KECHICHIAN

Le 29 juin 2020

**Fonctions exécutives et orthographe : développement et lien
chez les enfants libanais bilingues francophones (DT et TSLE) du
CE1 au CM1.**

Ecole doctorale : **CLESCO - Comportement, Langage, Education, Socialisation,
Cognition**

Spécialité : **Sciences du langage**

Unité de recherche :

CLLE - Unité Cognition, Langues, Langage, Ergonomie

Thèse dirigée par

Karine DUVIGNAU et Aurélie SIMOES-PERLANT

Jury

Mme Marie Line Bosse, Rapporteur

M. André Tricot, Rapporteur

M. Alain Devevey, Examineur

Mme Karine Duvignau, Directrice de thèse

Mme Aurélie Simoes Perlant, Co-directrice de thèse

Remerciements :

En ce moment, je tiens à remercier profondément tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette thèse.

Aux membres du Jury, merci de me faire l'honneur d'examiner ce travail.

A Mme Karine Duvignau et Mme Aurèlie Simoës-Perlant, mes directrices de thèse, pour la confiance que vous m'avez accordée dès le départ en acceptant de diriger ce travail de thèse à distance. Merci pour la formation que vous m'avez apportée, pour vos précieux conseils, votre disponibilité et vos encouragements. La qualité théorique et méthodologique de votre formation m'a été essentielle.

A toutes les écoles, pour m'avoir accueillie au sein de vos établissements et pour les interactions toujours agréables et riches.

A tous les parents et les enfants, pour avoir accepté de participer avec enthousiasme à cette présente étude. J'ai rencontré des enfants formidables et sans eux tous, cette thèse n'aurait pas vu le jour.

A mes amis, à toute ma famille, à Chadi et à mes petits William et Lilia pour votre patience, votre support, vos encouragements et pour toute l'énergie positive que m'avez donnée.

Résumé :

Notre travail de recherche porte sur le développement des fonctions exécutives (FE) qui constituent des processus cognitifs tels que : l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité et la planification, ainsi que sur leur implication dans le langage écrit chez des enfants bilingues, domaine peu exploré dans la littérature. Face aux particularités des apprentissages scolaires au Liban et aux complexités orthographiques spécifiques à chacune des deux langues considérées : française et arabe, l'enfant bilingue se trouve confronté à des exigences qui nécessitent un effort cognitif supplémentaire. Trois études expérimentales ont été réalisées dans cette thèse afin d'étudier le développement puis le lien entre les FE (l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité et la planification) et l'orthographe française et arabe. Quarante-vingt-dix enfants à développement typique (DT) et quatre-vingt-dix enfants présentant un trouble spécifique du langage écrit (TSLE), scolarisés en CE1, CE2 et CM1, ont été recrutés dans des écoles libanaises publiques et privées. Les résultats aux épreuves évaluant les FE et l'orthographe montrent principalement que les performances au niveau de toutes les FE évoluent d'une manière plus efficiente chez les enfants DT que chez les enfants TSLE. Nous avons pu également confirmer que les performances orthographiques des enfants DT sont supérieures à celles des enfants TSLE en précision et en vitesse de traitement. Cependant, ces résultats sont nuancés quant aux pourcentages d'erreurs dans une langue par rapport à l'autre et en fonction de chaque niveau de classe. Enfin, nos résultats ont pu montrer que toutes les FE sont impliquées de manière plus marquée en langue arabe qu'en langue française en étant corrélées à la précision et à la vitesse de traitement de l'orthographe chez toute la population. Ces résultats ont été discutés au regard des programmes scolaires libanais. Au final, cette étude permet d'explicitier les composantes cognitives (l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité et la planification) sous-jacentes à l'orthographe française et arabe, langues qui présentent maintes particularités au niveau de l'écriture, pour une meilleure prise en charge des troubles au niveau orthophonique et pédagogique.

Mots clés : Fonctions exécutives, orthographe, bilinguisme, développement typique, troubles spécifiques du langage écrit.

Abstract :

Our research work focuses on the development of executive functions which involve cognitive processes such as : inhibition, working memory, flexibility and planning as well as on their implication in the written language of bilingual children, field that is not well explored in the literature. Considering the school learning particularities in Lebanon and the spelling complexities of each of the two languages studied : French and Arabic, the bilingual child is faced with demands that require additional cognitive effort. Three experimental studies have been carried out in this thesis to study the development then the link between executive functions (inhibition, working memory, flexibility and planning) and spelling in French and Arabic languages. Ninety children with typical development (DT) and ninety children with a specific written language disorder (TSLE), schooled in Grade 2, 3 and 4, were recruited from Lebanese public and private primary schools. The results of the executive functions and spelling tests show mainly that performances at all executive functions are more efficient in DT children than in TSLE children. We were also able to confirm that the spelling performances of DT children is greater than that of TSLE children in accuracy and speed of treatment. However, these results are nuanced as to the percentages of errors in one language compared to the other and depending on each class level. Finally, our results showed that all executive functions are more involved in the Arabic language than in the French language, and correlated with the accuracy and speed of spelling, by taking into consideration the entire population. These results were discussed in relation to Lebanese school curricula. In the end, this study can explain the cognitive components (inhibition, working memory, flexibility and planning) underlying the French and Arabic spelling, languages that have many writing peculiarities, for a better rehabilitation and management of disorders in speech therapy and in pedagogy.

Key words : Executive functions, spelling, bilingualism, typical development, specific written language disorder.

Sommaire :

Liste des abréviations	12
Liste des figures	13
Liste des tableaux	15
INTRODUCTION	17
PARTIE I : REVUE DE LITTÉRATURE	21
Chapitre 1 : Les fonctions exécutives : développement et dysfonctionnements	22
1.1- Le développement des fonctions exécutives	23
1.1.1- Principales composantes cognitives à l'œuvre dans les FE	24
1.1.1.1- L'inhibition	24
1.1.1.2- La mémoire de travail	25
1.1.1.3- La flexibilité	26
1.1.1.4- La planification	26
1.1.2- Modèle développemental actuel et neuro-anatomie des FE	27
1.2- Les troubles dysexécutifs	30
1.3- Les enjeux de l'évaluation des FE	31
1.4- Les effets du bilinguisme sur les FE	34
Bilan général 1	37
Chapitre 2 : Le développement typique de l'orthographe	38
2.1- L'acquisition de l'orthographe et les modèles développementaux	39
2.1.1- L'entrée dans le langage écrit	39
2.1.2- L'acquisition de l'orthographe lexicale	41
2.1.2.1- Le modèle à double voie : assemblage et adressage	41
2.1.2.2- Le modèle des erreurs orthographiques en arabe	44

2.1.3- L'acquisition de l'orthographe grammaticale	45
2.2- Les compétences nécessaires à la maîtrise de l'orthographe	47
2.2.1- Les compétences cognitives et exécutives	47
2.2.2- Les compétences langagières	50
2.2.3- Les compétences de lecture	51
Bilan général 2	53
Chapitre 3 : Les troubles de l'orthographe dans le cadre des troubles spécifiques des apprentissages	54
3.1- De la dyslexie-dysorthographe aux troubles spécifiques du langage écrit (TSLE) : évolution de la terminologie	55
3.1.1- Les classifications de la dyslexie-dysorthographe en fonction des types d'erreurs	56
3.1.2- La dyslexie-dysorthographe en langue arabe	58
3.1.3- Les TSLE : les concepts actuels	60
3.2- Les hypothèses causales des TSLE	62
3.2.1- La théorie d'un déficit phonologique	62
3.2.2- La théorie d'un déficit magnocellulaire	64
3.2.3- La théorie d'un déficit visuo-attentionnel	65
3.2.4- Les déficits des fonctions exécutives	66
3.3- L'évaluation de l'orthographe et la typologie des erreurs en français et en arabe	69
3.3.1- Les modalités d'évaluation de l'orthographe	69
3.3.2- La classification des types des erreurs	70
3.3.2.1- Pour la langue française	70
3.3.2.2- Pour la langue arabe	72
3.3.2.3- Comparaison des deux langues	73
Bilan général 3	76

Chapitre 4 : L'orthographe dans un milieu bilingue : Focus sur le contexte libanais	78
4.1- Les facteurs environnementaux liés aux apprentissages	79
4.2- Les spécificités orthographiques des deux langues française et arabe	81
4.2.1- Les spécificités de la langue française	81
4.2.2- Les spécificités de la langue arabe	82
4.3- Les règles orthographiques acquises en CE1 (à 7-8 ans), CE2 (à 8-9 ans) et CM1 (à 9-10 ans) dans les programmes des écoles libanaises francophones	85
Bilan général 4	89
Chapitre 5 : Problématique, objectifs et hypothèses	90
PARTIE II : PARTIE EXPÉRIMENTALE	95
Chapitre 6 : Participants, matériel et méthodologie	96
6.1- Population	97
6.1.1- Recrutement	97
6.1.2- Critères généraux de sélection pour les enfants DT et TSLE	99
6.1.2.1- Critères d'inclusion	99
6.1.2.2- Critères d'exclusion	99
6.1.3- Critères d'inclusion spécifiques aux enfants DT	99
6.1.4- Critères d'inclusion spécifiques aux enfants TSLE	99
6.2- Protocole expérimental : déroulement et matériel d'évaluation	101
6.2.1- Les conditions de passation	101
6.2.2- L'évaluation des FE	102
6.2.3- L'évaluation de l'orthographe	105
6.3- Critères d'analyse	108
6.3.1- Critères et cotation des épreuves FE	108
6.3.2- Critères et cotation des épreuves d'orthographe	109
6.3.3- Méthodes statistiques	110

Chapitre 7 : Présentation des résultats	112
7.1- Comparabilité entre les deux groupes d'enfants DT et TSLE	113
7.2- Approche comparative des FE entre les différentes classes : DT versus TSLE	114
7.2.1- Comparaisons : Index d'impulsivité	114
7.2.2- Comparaisons : Corsi et Rétention de chiffres	116
7.2.3- Comparaisons : Mondes envers	118
7.2.4- Comparaisons : Catégorisation	119
7.2.5- Comparaisons : Indice général d'erreurs	121
7.3- Approche comparative des performances orthographiques en français et en arabe entre les différentes classes : DT versus TSLE	122
7.3.1- Comparaisons : Orthographe française	123
7.3.2- Comparaisons : Orthographe arabe	126
7.3.3- Comparaison entre les deux langues par type d'erreur et par classe	128
7.3.4- Comparaisons : Vitesse de traitement	133
7.4- Liens entre les FE et les performances orthographiques en français et en arabe chez les enfants DT et TSLE	135
7.4.1- Corrélations : FE, Pourcentage d'erreurs totales en orthographe et Vitesse de traitement	135
7.4.2- Corrélations : FE et Types d'erreurs orthographiques	138
Chapitre 8 : Discussion générale	143
8.1- FE des enfants DT versus TSLE : des résultats classiques	145
8.2- L'évolution des composantes exécutives : amélioration confirmée	147
8.3- Les performances orthographiques des enfants DT versus TSLE : écarts importants	149
8.3.1- Ecart en termes d'erreurs orthographiques	150
8.3.2- Ecart en termes de vitesse de traitement	152
8.3.3- Ecart nuancés entre les deux langues	153

8.4- Implication plus marquée des FE en langue arabe ? Eléments de réponse	156
8.4.1- A propos des corrélations FE/langue française	156
8.4.2- A propos des corrélations FE/langue arabe	159
8.5- Apports pratiques et limites	162
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	163
Références bibliographiques	168
Annexes	185
- Annexe I : Le modèle du système superviseur (Norman & Shallice, 1980).	186
- Annexe II : Vue latérale du cortex préfrontal, face externe de l'hémisphère gauche (Gunnar, Nelson, & Luciana, 2001).	187
- Annexe III : La blessure de Gage. The Curious case of Phineas Gage (Swancer, 2017).	188
- Annexe IV : Représentation schématique du modèle multi-traces de lecture (Valdois, Bosse, & Tainturier, 2004).	189
- Annexe V : Le modèle de « décomposition morphologique obligatoire » (Boudelaa, 2014) .	190
- Annexe VI : Les différentes formes des lettres arabes (Friedmann & Haddad-Hanna, 2014).	191
- Annexe VII : Noyaux du thalamus (Marieb & Hoehn, 1999).	192
- Annexe VIII : Anatomie macroscopique de la voie visuelle principale en coupe axiale passant par les noyaux géniculés latéraux (Felten & Jozefowicz, 2006).	193
- Annexe IX : Graphique de comparaison des moyennes des erreurs en français et en arabe chez les enfants dysorthographiques entre les classes CE1, CE2 et CM1 (Kechichian, 2006).	194

-Annexe XI : Tableau comparatif résumant les spécificités des deux langues : française et arabe.	196
-Annexe XII : Lettre d'information et formulaire de consentement adressés aux parents des enfants.	197
-Annexe XIII : Exemple du Test d'appariement d'images (Marquet-Doléac, Albaret, & Bénesteau, 1999).	200
-Annexe XIV : Epreuve de mémoire de travail verbale, Test de rétention de chiffres (Jacquier-Roux, Valdois, & Zorman, 2005).	201
-Annexe XV : Epreuve de mémoire de travail visuo-spatiale, Test des blocs de Corsi (Corsi, 1972).	202
-Annexe XVI : Epreuve des mondes contraires, <i>In TEA-Ch</i> (Manly, Robertson, Anderson, & Nimmo-Smith, 2006).	203
-Annexe XVII : Epreuve de catégorisation, <i>In Nepsy II</i> (Korkman, Kirk, & Kemp, 2007).	204
-Annexe XVIII : Exemple du Test Laby 5-12 (Marquet-Doléac, Soppelsa, & Albaret, 2010).	205
-Annexe XIX : Les épreuves de dictée de phrases en français et en arabe par classe (Kechichian, 2006).	206

Liste des abréviations :

-FE : Fonctions exécutives

-MdT : Mémoire de travail

-VA : Visuo-attentionnel

-TSLE : Troubles spécifiques du langage écrit

-NGL : Noyau géniculé latéral

-NGM : Noyau géniculé médiant

-IRMf : Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

-EEG : Electroencéphalogramme

-TDA/H : Trouble ou déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité

-DSM : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux)

-CV : Consonne-voyelle

-DT : Développement typique

-n : Nombre de participants

-ET : Ecart-type

-L1 : Langue première

-L2 : Langue seconde

Liste des figures :

-Figure 1 : Le modèle des composantes de la mémoire de travail (Baddeley, 2000).	24
-Figure 2: Modélisation des FE suggérée par Diamond (2013).	28
-Figure 3 : Modèle à double voie de Mousty et Alegria (1996).	41
-Figure 4 : Modèle des erreurs orthographiques en arabe suggéré par Abu-Rabia et Taha (2004).	44
-Figure 5 : Les constituants du mot arabe (kouloughli, 1994).	84
-Figure 6 : Scores de l'index d'impulsivité chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	115
-Figure 7 : Scores de Corsi et de la rétention de chiffres à l'envers chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	116
-Figure 8 : Scores du temps total des mondes envers chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	118
-Figure 9 : Scores des réponses correctes en catégorisation chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	120
-Figure 10 : Scores de l'indice général d'erreurs chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	121
-Figure 11 : Pourcentage d'erreurs totales d'orthographe dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	129
-Figure 12 : Pourcentage d'erreurs d'usage dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	130
-Figure 13 : Pourcentage d'erreurs phonétiques dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	130
-Figure 14 : Pourcentage d'erreurs grammaticales dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.	131

- Figure 15 : Pourcentage d'erreurs de segmentation dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 132
- Figure 16 : Vitesse de traitement en orthographe dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 133
- Figure 17 : Corrélations entre les FE, les types d'erreurs orthographiques et la vitesse de traitement en français. 156
- Figure 18 : Corrélations entre les FE, les types d'erreurs orthographiques et la vitesse de traitement en arabe. 159

Liste des tableaux :

- Tableau 1 : Exemples d'erreurs visuelles effectuées par des participants arabophones dyslexiques (Friedmann, Biran, & Gvion, 2012). 59
- Tableau 2 : Les règles orthographiques des deux langues française et arabe, des classes CE1, CE2 et CM1, selon le programme scolaire du ministère de l'éducation national libanais (1997). 86
- Tableau 3 : Répartition des participants DT et TSLE recrutés des écoles privées et publiques en fonction des classes avec les moyennes et les écart-types des âges. 97
- Tableau 4 : Distribution des participants selon leur L1 (Arabe/Français). 100
- Tableau 5 : Nombre de mots dans les dictées en français et en arabe correspondantes à chaque classe (CE1, CE2 et CM1). 106
- Tableau 6 : Comparabilité entre les deux groupes d'enfants DT et TSLE. 113
- Tableau 7 : Scores de l'index d'impulsivité chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 114
- Tableau 8 : Scores de Corsi et de la rétention de chiffres à l'envers chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 116
- Tableau 9 : Scores du temps total des mondes envers chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 118
- Tableau 10 : Scores des réponses correctes en catégorisation chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 119
- Tableau 11 : Scores de l'indice général d'erreurs chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 121
- Tableau 12 : Pourcentage d'erreurs dans les dictées françaises chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 123

- Tableau 13 : Pourcentage d'erreurs dans les dictées arabes chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 126
- Tableau 14 : Vitesse de traitement en orthographe dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes. 133
- Tableau 15 : Corrélation entre les épreuves exécutives et les épreuves d'orthographe chez les enfants DT et TSLE. 136
- Tableau 16 : Corrélation entre les épreuves exécutives et les types d'erreurs d'orthographe en français chez les enfants DT et TSLE. 139
- Tableau 17 : Corrélation entre les épreuves exécutives et les types d'erreurs d'orthographe en arabe chez les enfants DT et TSLE. 141

INTRODUCTION

« *On ne comprend jamais tout à fait une langue avant d'en comprendre au moins deux* » (Willans, 2009). Au départ, depuis les découvertes de Broca en 1861 et de Wernicke en 1874 concernant le système langagier, à partir des cas de patients cérébrésés, la plupart des recherches se sont centrées sur l'exploration du langage chez le sujet monolingue. Néanmoins, le fait qu'une partie de la population humaine parle plus d'une langue, a poussé les chercheurs à examiner de façon plus approfondie de quelle manière le cerveau gère plusieurs systèmes linguistiques. Cette configuration bilingue ou multilingue présente une variété de défis sociaux (Abutalebi & Costa, 2008), qui vont des politiques éducationnelles aux interventions thérapeutiques dédiées aux troubles du langage oral et écrit. Au Liban, le plurilinguisme est un patrimoine national : 54% des jeunes libanais sont trilingues (Shaaban & Ghaith, 2000). De plus, les variétés de l'arabe dialectal se distinguent de l'arabe littéral sur les plans phonétique, morphologique et syntaxique (Aoun, Benmamoun, & Choueiri, 2009). Le système éducatif libanais se donne pour finalité explicite de former un citoyen trilingue (arabe, français et anglais), dès l'introduction historique de l'éducation francophone au Liban depuis les années 1970, avec la création de l'organisation internationale de la francophonie.

Notre travail de recherche a été effectué sur le terrain libanais. Dans ce contexte bilingue, nous avons porté attention aux fonctions exécutives (FE) qui renvoient aux capacités de régulation des fonctions mentales permettant au sujet de s'adapter à des situations nouvelles, de développer des stratégies, de faire des choix ou encore de prendre des décisions, le tout de manière automatisée (Korkman, 2000). Les quatre composantes exécutives principales sont : l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité et la planification. Ces processus cognitifs se développent progressivement dès les premiers mois de la vie jusqu'à l'adolescence influençant les acquisitions scolaires de l'enfant (Dennis, 2006). Les avantages du bilinguisme sur les FE ont été mis en évidence par plusieurs auteurs au niveau du langage oral (Bialystok 2009 ; 2010 ; 2011 ; Laloi, 2015 ; Poulin-Dubois, 2011).

Malgré cet intérêt croissant des études sur le bilinguisme, le développement du langage écrit chez l'enfant bilingue, ainsi que le fonctionnement cognitif et son implication dans les

mécanismes d'apprentissage en orthographe restent peu exploités. Dans un pays plurilingue comme le Liban, l'apprentissage de l'écrit se fait dans plusieurs langues. L'enfant est donc exposé très tôt à des systèmes d'écriture différents nécessitant de sa part une mobilisation cognitive particulière pour qu'il puisse s'adapter aux spécificités de chaque langue. Dans ce contexte, les observations de l'enfant bilingue à développement typique ou présentant un trouble spécifique du langage écrit restent limitées. Par ailleurs, les difficultés ou les troubles qui peuvent être rencontrés au cours du développement surtout dans les classes primaires ne sont pas systématiquement liés à ces aspects cognitifs (chez les enfants monolingues comme chez les enfants bilingues). Nous nous sommes alors posés des questions autour de ce sujet : Comment évoluent les FE chez les enfants bilingues à développement typique et chez les enfants présentant un trouble spécifique du langage écrit ? Comment se développe l'orthographe dans les deux langues ? Quelles sont les FE les plus impliquées dans l'orthographe française et l'orthographe arabe ?

Ce travail de thèse a pour but d'apporter des éléments de réponse à ces questions. Notre recherche va proposer une étude comparative autour du langage écrit et des FE. Plus spécifiquement, notre objectif sera d'étudier le développement et le lien entre les FE et l'orthographe française et arabe dans les classes primaires (CE1, CE2 et CM1), chez des enfants bilingues libanais francophones (à développement typique et présentant un trouble spécifique du langage écrit). Nous avons sélectionné ces investigations spécifiquement auprès de ces trois classes, parce qu'entre CE1 et CM1, selon les programmes scolaires libanais (1997), l'enfant commence à être sensibilisé à l'observation réfléchie des deux langues au niveau de la grammaire, de la conjugaison, de l'orthographe et du vocabulaire. De plus, c'est au cours de ces trois niveaux de classe que l'enfant commence à consolider les apprentissages fondamentaux.

Dans ce travail de thèse, nous aborderons dans une première partie les données théoriques sur le développement et les dysfonctionnements des FE. Ensuite, nous détaillerons le développement typique et les troubles de l'orthographe en exposant les spécificités des deux langues dans les apprentissages scolaires au Liban, pour aboutir à notre problématique, nos objectifs et nos hypothèses. Dans la partie expérimentale, nous présenterons la démarche

pratique de notre recherche en termes de matériel et méthode. Nous avons élaboré trois études consécutives dont les résultats seront présentés successivement. La première est une étude comparative du développement des FE, la seconde est une étude comparative des performances orthographiques en français et en arabe entre les différentes classes et la dernière cible les liens entre les FE et les performances orthographiques dans les deux langues. Les résultats obtenus seront confrontés aux données de la littérature, pour enfin évoquer les perspectives et l'intérêt orthophonique de notre travail.

PARTIE I

REVUE DE LITTERATURE

CHAPITRE 1

Les fonctions exécutives : développement et dysfonctionnements

Les fonctions exécutives (FE) sont des processus cognitifs qui se trouvent fortement impliqués dans la vie quotidienne et les apprentissages des enfants de la naissance jusqu'à l'âge adulte. Le but de ce chapitre est de présenter le développement des principales composantes cognitives mises en jeu dans les apprentissages qui sont : l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité et la planification, ainsi que les caractéristiques des troubles exécutifs qui peuvent être rencontrés chez les enfants d'âge scolaire dans le cas de syndrome dysexécutif. Dans ce contexte, l'évaluation clinique des FE doit s'effectuer à travers des outils spécifiques selon l'âge de l'enfant. Des explications seront abordées par la suite quant aux données contradictoires mis en évidence dans la littérature, impliquant une nouvelle variable encore peu explorée : le bilinguisme.

1.1- Le développement des fonctions exécutives :

Les FE englobent un ensemble d'habiletés cognitives nécessaires à la réalisation d'un comportement dirigé vers un but surtout dans les situations complexes et/ou nouvelles. Lors de la réalisation d'une tâche, ces fonctions permettent de définir l'objectif à atteindre, ainsi que la stratégie pour y parvenir. Ces fonctions engagent par la suite un contrôle sur la mise en œuvre de cette stratégie afin de gérer les conduites cognitives, comportementales et sociales (Allain & Le Gall, 2008). Selon Seron, Van der Linden et Andrès (1999), les FE semblent commencer dès que la tâche nécessite la mise en œuvre de processus contrôlés et non automatiques.

Nous présenterons dans ce qui suit les principales composantes cognitives et leur maturation, ainsi que le modèle développemental actuel des FE.

1.1.1- Principales composantes cognitives à l'œuvre dans les FE :

Le développement de l'inhibition, des capacités de mémoire de travail (MdT), de la flexibilité cognitive et de la planification dépend de l'âge et de la maturité de chaque enfant.

1.1.1.1- L'inhibition :

La première composante exécutive, l'inhibition, s'intègre dans l'administrateur central du modèle largement dominant de Baddeley et Hitch (1974, revu par Baddeley, 2000, cf. Figure 1) qui envisage la MdT et dans le système superviseur attentionnel de Norman et Shallice (1980) (cf. Annexe I) en tant qu'une des fonctions de contrôle.

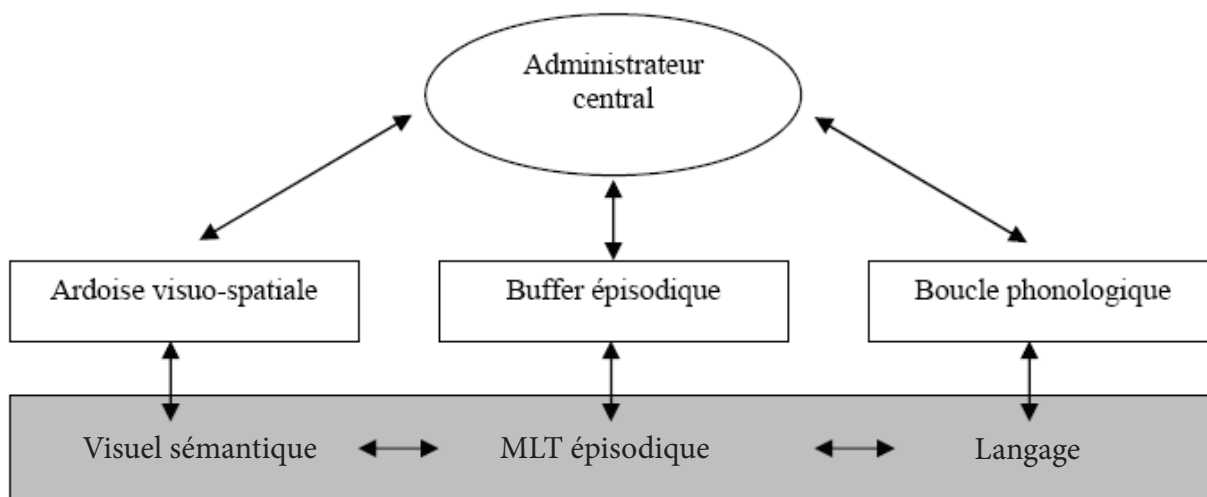


Figure 1 : Le modèle des composantes de la mémoire de travail (Baddeley, 2000).

Dans ces deux modèles (Baddeley, 2000 ; Norman & Shallice, 1980), l'inhibition correspond à un ensemble de mécanismes qui permet d'une part, d'empêcher les informations non pertinentes d'entrer en MdT (et donc de perturber la tâche en cours) et d'autre part, de supprimer les informations précédemment pertinentes mais qui sont devenues inutiles (arrêter une réponse en cours). Une dissociation entre les processus d'inhibition « simple ou motrice » et les processus d'inhibition cognitive « complexe ou attentionnelle » a été proposée par Harnishfeger (1995). Pour l'auteure, l'inhibition comportementale est liée à la suppression de réponses motrices, prépondérantes, préparées, permettant l'autorégulation alors que l'inhibition cognitive est liée à la suppression des informations, des pensées

ou des stratégies non pertinentes. Pour Barkley (1997), l'inhibition servira à adapter des comportements pour qu'ils soient ajustés à une situation donnée ou à conserver son attention en évitant que des distractions internes (les pensées) ou externes (de l'entourage) viennent perturber cette dernière. Cette fonction exécutive entretient donc un lien important avec l'attention, fonction nécessitant l'inhibition des distractions afin d'être maintenue. Les compétences d'inhibition semblent être précoces : dans la méta-analyse de Romine et Reynolds (2005), les enfants seraient capables d'inhiber certaines réponses automatiques dès la fin de la première année de vie et ces capacités d'inhibition continueraient à croître jusqu'à l'âge de 3 ans, puis les progrès développementaux les plus significatifs seraient observés entre 8 et 9 ans.

1.1.1.2- La mémoire de travail :

Cette deuxième composante exécutive correspond à l'ensemble de systèmes à capacité limitée, responsable du maintien temporaire et de la manipulation de l'information, pendant la réalisation de tâches cognitives variées telles que la compréhension du langage, la lecture, la production écrite, le calcul ou le raisonnement. Selon le modèle de Baddeley (2000) présenté précédemment (cf. Figure 1), la MdT est formée de quatre composantes différentes. La composante principale est l'administrateur central qui est lié à l'inhibition comme déjà évoqué. Il est considéré comme un système de contrôle attentionnel qui supervise et coordonne les fonctions de trois sous-systèmes auxiliaires : l'ardoise visuo-spatiale, la boucle phonologique et le buffer épisodique. L'ardoise visuo-spatiale est considérée comme responsable du stockage et de la manipulation des images mentales (visuelles, spatiales et kinesthésiques). Quant à la boucle phonologique, elle est considérée comme responsable du stockage et du traitement des informations provenant du langage (informations verbales et auditives). Concernant le buffer épisodique, il conçu comme un lieu de stockage à capacité limitée capable de recevoir et de regrouper des informations provenant de sources diverses. Le buffer épisodique permet l'interaction entre la MdT et la mémoire à long terme et fournit ou reçoit par elle des données diverses. Ce système à trois sous-composantes, coordonné par l'administrateur central, serait impliqué, d'après Baddeley (2000), dans la réalisation des tâches cognitives complexes. Tout comme les capacités d'inhibition, selon Best et Miller (2010), la MdT se développe dès la première année de vie au niveau verbal et visuo-

spatial, puis progresse de façon importante de l'âge préscolaire jusqu'à l'adolescence. Ainsi, l'empan verbal passe de 2 items à 2 ans à 6 items à 9 ans et les performances identiques à celles adultes sont retrouvées vers 11-12 ans. L'empan visuo-spatial se développerait plus tardivement (5-6 ans) avec des performances similaires à l'adulte atteintes vers 11-12 ans, voire plus tard.

1.1.1.3- La flexibilité :

La flexibilité mentale, troisième composante exécutive, peut être définie comme la capacité à déplacer le focus attentionnel d'une classe de stimuli à une autre (Meulemans, 2008). Elle permet l'adaptation aux situations nouvelles comme par exemple, concevoir plusieurs possibilités pour résoudre un même problème ou penser en dehors des normes. Selon Chevalier (2010), la flexibilité, qui est aussi appelée capacité de « shifting/switching », permet de basculer de façon adaptative entre plusieurs représentations, tâches, stratégies ou comportements. En effet, dans les tâches de catégorisation, à partir de l'âge de 3 ans, l'enfant est capable de prendre en considération différentes caractéristiques pour considérer un même objet sous plusieurs points de vue. Cette capacité est appelée ici flexibilité catégorielle (Lautrey, 1998). Même au niveau du langage, une entité peut appartenir à plusieurs catégories et peut être dénommée en utilisant plusieurs mots (liés à différents concepts) dans une, deux langues ou plus. Par exemple « chat » peut être appelé : chaton, félin, carnivore, mammifère, animal, animal domestique. Les capacités de flexibilité cognitive connaîtraient une progression importante entre l'âge préscolaire et scolaire (Garon et al. 2008, cités par Best & Miller, 2010). Par exemple, l'enfant peut passer de 2 à 6 mots dans l'épreuve d'évocation.

1.1.1.4- La planification :

La quatrième parmi les composantes exécutives principales, la planification, est une capacité cognitive impliquée dans les situations de résolutions de problème tout en étant liée aux différentes composantes précitées (l'inhibition, la MdT et la flexibilité). Cette FE permet d'organiser et de coordonner une séquence d'actions en vue d'atteindre un but. Ainsi, la planification nécessite d'avoir une représentation correcte de l'objectif à atteindre,

pour élaborer des stratégies et superviser l'exécution du plan (St-Laurent & Moss, 2002). Des comportements de planification seraient possibles dès l'âge de 4-5 ans : les enfants pourraient élaborer des plans simples reliés par exemple à des événements familiaux de la vie quotidienne (Hudson & Fivush, 1991). Les capacités de planification continueraient surtout à se développer à l'adolescence et jusqu'à l'âge adulte (Diamond, 2013).

Selon Monette et Bigras (2008), l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification sont des composantes « cold » ou « cool » du fonctionnement exécutif, dans la mesure où ils n'impliquent pas au premier plan d'état émotionnel particulier. Par contre, d'autres aspects tels que l'autorégulation du comportement, la prise de décision affective et plus globalement la cognition sociale, impliquent une importante composante affective et émotionnelle et sont décrits comme les composantes « hot » des FE. Celles-ci se développent progressivement et parallèlement aux composantes « cold » et peuvent également s'impliquer dans la vie quotidienne et dans les apprentissages des enfants (Roy, 2015).

Une modélisation théorique récente lie les aspects développementaux de toutes ces composantes exécutives à la neuro-anatomie du cerveau.

1.1.2- Modèle développemental actuel et neuro-anatomie des FE :

Dans la modélisation du fonctionnement exécutif chez l'enfant, un lien entre les FE et la maturation du lobe frontal a été récemment proposé, vu que les FE se développent graduellement, comme nous l'avons vu précédemment, tout au long de l'enfance. Dans ce contexte, Roy (2015) évoque un modèle spécifique à la structure et au développement des FE : celui de Diamond (2013). Cette dernière concrétise plus particulièrement l'idée « d'une ontogenèse hiérarchisée des diverses composantes exécutives » (p.5), tenant compte alors des différentes étapes développementales (cf. Figure 2).

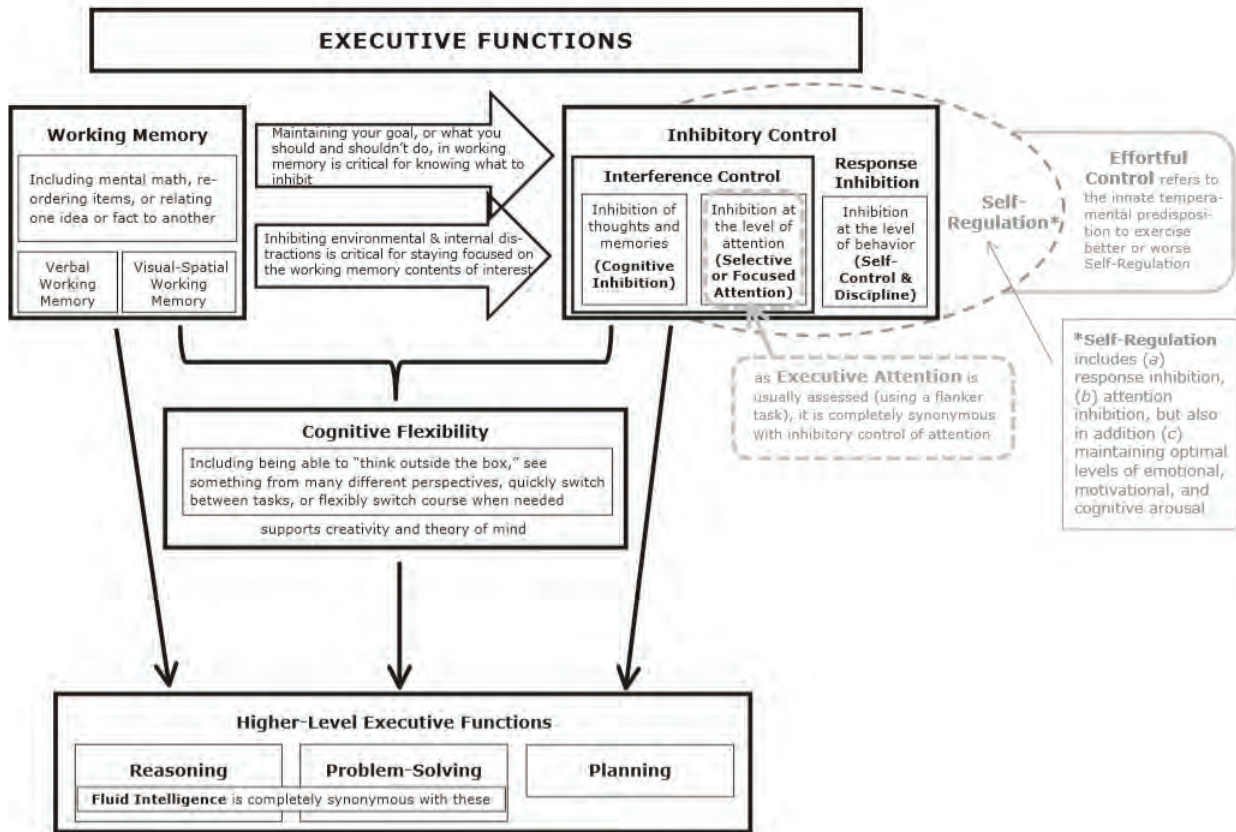


Figure 2 : Modélisation des FE suggérée par Diamond (2013).

Ce modèle regroupe les composantes « cold » et « hot » précédemment évoquées. La MdT (verbale et visuo-spatiale) ainsi que le contrôle inhibiteur (comprenant d'une part l'inhibition cognitive et l'attention sélective et d'une autre part l'inhibition motrice et l'autorégulation des émotions) forment la base de tout développement cognitif ultérieur telle que la flexibilité cognitive. Diamond (2013) considère que cette fonction permet au sujet d'avoir plusieurs points de vue, ou d'être capable de basculer rapidement d'une tâche à une autre, ce qui encourage à la créativité et développe la théorie de l'esprit. Ces trois FE principales (MdT, inhibition et flexibilité) seraient également les précurseurs du développement ultérieur des FE de plus haut-niveau dont la planification, le raisonnement et la résolution de problèmes. L'auteure joint ces deux dernières fonctions à l'intelligence fluide. Parmi les facteurs qui accompagnent l'amélioration du contrôle exécutif à mesure que l'enfant grandit au niveau cognitif et émotionnel est l'environnement socioculturel (Ardila, Rosselli, Matute, & Guajardo, 2005). Ce modèle suggéré est à retenir, puisqu'il regroupe les composantes exécutives principales en tenant compte de l'aspect développemental.

Au niveau neuro-anatomique, toutes ces FE sont liées au développement des régions préfrontales (cf. Annexe II), qui semblent interconnectées avec le système limbique et les noyaux gris centraux via une boucle fronto-sous-cortico-frontale (Roy, Gillet, Lenoir, Roulin, & Le Gall, 2005). La maturation du cortex préfrontal est plus tardive que celle des autres régions corticales et se prolonge jusqu'au début de l'âge adulte (Dennis, 2006). En effet, la maturation du cerveau se fait de la région postérieure (zones perceptives) vers la région antérieure. Ainsi, selon Giedd (2008), deux zones atteignent leur maturité seulement vers 26 ans : les lobes frontaux d'une part, qui sous-tendent les FE ; le cervelet d'autre part, dont le rôle est de coordonner les processus cognitifs, permettant l'accès aux différentes parties du cerveau de façon rapide et fluide. Selon Steinberg (2005), certaines régions cérébrales intéressant les FE se développeraient également jusqu'à l'âge de 25 ans, en particulier celles en rapport avec les capacités de contrôle des impulsions et d'autorégulation des émotions. Les changements du cortex préfrontal débutent précocement et les progrès cognitifs peuvent être observés dès la première année de vie surtout en inhibition et en MdT, ce qui est en accord avec le modèle de Diamond (2013). Plusieurs études longitudinales en neurosciences (Best & Miller, 2010 ; Chevalier, 2010) ont également mis en évidence le développement des FE à l'âge préscolaire (entre 3 et 5 - 6 ans) puis scolaire (de 6 à 16 ans). Ces études se sont basées sur les résultats des électroencéphalogrammes (EEG) et ceux des imageries par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) qui ont montré des changements spectaculaires de l'activité neuronale (qui augmente avec l'âge) au niveau du cortex préfrontal. Une myélinisation progressive de cette zone du cerveau a été également observée rendant les circuits neuronaux graduellement mûres entre l'enfance et l'âge adulte.

Le développement à la fois précoce et prolongé des FE et du cortex préfrontal constitue aussi un facteur de risque important pour une vulnérabilité précoce en cas de lésion cérébrale dans l'enfance ou en cas de prématurité (Loe & Feldman, 2016). Les troubles neuropsychologiques observés dans diverses pathologies acquises ou développementales permettent d'évoquer la notion de « syndrome dysexécutif chez l'enfant » (Korkman, 2000), touchant aussi bien la sphère cognitive que comportementale.

1.2- Les troubles dysexécutifs :

Les observations qui ont été effectuées en neuropsychologie sur les adultes cérébro-lésés concernant le fonctionnement frontal (détaillées dans ce qui suit) ont été rapprochées de certains cas d'enfants présentant des troubles développementaux. Une altération des fonctions supérieures engendre d'importantes conséquences tant au niveau cognitif que comportemental. Au niveau du versant cognitif, en accord avec les modèles récents du développement exécutif, les perturbations peuvent concerner l'inhibition, la MdT, la flexibilité ou encore la planification engendrant parfois des troubles sévères d'apprentissage (Roy, 2015).

Historiquement, la description du cas de « Phineas Gage » par Dr. Harlow en 1868 a permis de reconnaître le rôle du lobe frontal dans le contrôle du comportement. Phineas Gage, âgé de 25 ans, a été gravement blessé (dans son travail de construction) par une barre de fer, qui s'est enfoncée dans sa joue gauche pour ressortir par le haut de son crâne (zones préfrontales) (cf. Annexe III). Aucun déficit neurologique n'a été observé. Cependant, un vrai bouleversement au niveau de son caractère a été noté : il devint lunatique, grossier, instable et capricieux. Le patient a également présenté des troubles du jugement, un déficit dans les prises de décision, ainsi que des troubles des conduites sociales et de la personnalité, bien que ses performances cognitives et motrices soient intactes. Ce patient a été décrit comme atteint de « sociopathie acquise ».

C'est à partir de ce cas qu'a commencé la collecte de données expérimentales sur le fonctionnement frontal sous l'idée de « syndrome frontal ». Ackerley et Benton (1948) (cités par Roy, Le Gaille, Roulin, & Fournet, 2012) rapportent l'observation d'un enfant qui, après avoir subi des lésions périnatales des lobes frontaux, a progressivement développé une inadaptation sociale et émotionnelle. Plus tard, Luria en 1966 a observé et a décrit des patients dits « frontaux » comme ayant des performances déficitaires dans les situations nécessitant une réflexion cognitive : définir un but, planifier les étapes avant l'exécution, agencer les séquences d'actions, passer d'une séquence à une autre et vérifier que le but fixé soit atteint. Les données de Luria ont été critiquées par Andrès en 2004 qui exprime qu'elles se basaient sur des observations empiriques, et les lésions cérébrales des sujets

n'étaient pas seulement frontales mais multifocales (traumatismes crâniens, tumeurs). Ainsi, ces patients ne pouvaient pas être inclus dans une étude portant uniquement sur les fonctions frontales. Suite au développement de la neuropsychologie dans les années 60-70, des études expérimentales ont permis d'élargir les connaissances théoriques sur les troubles cognitifs consécutifs à des lésions frontales. Ainsi, des auteurs comme Milner (1963) et Drewe (1975) (cités par Godefroy, Roussel-Pieronne, Routier, & Dupuy-Sonntag, 2004) découvrent que certains types de tâches, telle que celle de *Wisconsin Card Sorting Test* (Grant & Berg, 1948) et celle de *Go/No-Go Task* (Donders, 1969) qui mettent en jeu des capacités de déduction de règles, de flexibilité et d'inhibition, sont ratées lorsque les sujets présentent de telles atteintes cérébrales. Ce n'est qu'en 1982 qu'est finalement introduit le terme de « fonctions exécutives » par Lezak. Puis, en 1988, Baddeley et Wilson (cités par Andrès, 2004) ont avancé le terme de « syndrome dysexécutif ». Les troubles observés au niveau des différentes composantes exécutives dans ce contexte rejoignent ceux observés chez les enfants présentant des troubles d'apprentissage, plus précisément des troubles spécifiques du langage écrit, qui seront détaillés dans le chapitre 3.

Au vu de l'ensemble de ces éléments, concernant le développement et les dysfonctionnements des composantes exécutives, il ressort que les FE sont indispensables à la réalisation de nombreuses tâches aussi bien dans la vie quotidienne que dans la vie scolaire. Ainsi, elles doivent être prises en compte en cas des troubles développementaux, dans une évaluation conjointe des deux domaines (comportemental et cognitif), vue leurs larges répercussions sur le fonctionnement de l'enfant.

1.3- Les enjeux de l'évaluation des FE :

Un certain nombre d'outils issus de la neuropsychologie adulte a été adapté à l'enfant pour l'évaluation du fonctionnement exécutif. Ces outils ont la particularité de présenter des scores précis évaluant l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification etc. mais il manque pour la plupart la prise en compte des stratégies utilisées par les enfants en situation d'examen. Nous présenterons les principaux tests dits cognitifs et quelques exemples de questionnaires écologiques afin d'en dégager les points forts et les points faibles.

Pour bien reconnaître les troubles exécutifs, il ne faut pas se satisfaire des résultats bruts obtenus par les tests, mais interpréter la nature des erreurs (attentionnelles par exemple) relevées en cours d'évaluation. En effet, les tâches exécutives s'appuient généralement sur un matériel et une procédure de passation standardisée dont la mesure de la réussite de l'enfant se fait habituellement en termes de précision et/ou de temps de réponse. Pourtant, il s'avère indispensable d'observer l'enfant et les stratégies qu'il utilise durant la passation ou encore le temps mis pour achever une tâche précise (Dalen, Sonuga-Barke, Hall, & Remington, 2004) afin d'éliminer un trouble neurologique ou un trouble du comportement.

En clinique, plusieurs tests peuvent être utilisés dépendamment de l'âge de l'enfant, faisant appel aux processus attentionnels, à l'inhibition motrice, à la MdT, à la flexibilité et/ou à la planification. Même si ces tests ne peuvent, isolément, permettre une appréhension globale et complète du processus cognitif ciblé, il n'en est pas moins qu'ils restent un indicateur intéressant pour le clinicien. Parmi les tests attentionnels les plus utilisés dans la pratique nous citons : le *Barrage des cloches* (Gauthier et al., 1980) permettant d'évaluer l'attention visuelle et le *Nepsy II* (Korkman, Kirk, & Kemp, 2012) permettant d'appréhender l'attention auditive sélective. L'inhibition motrice peut être testée par les tâches de type *Go/No-Go* (Donders, 1969) ou par le test de *La Statue* (Subtest dans le *Nepsy II*, Korkman et al., 2012). Les tâches d'attention visuelle ou auditive sont complexes, il est donc nécessaire de croiser plusieurs tests pour avoir une bonne interprétation (Mazeau, 2007). La MdT est classiquement évaluée à travers la mémorisation auditive de chiffres à l'envers (Jacquier-Roux, Valdois, & Zorman, 2005) ou à travers la mémorisation visuelle d'un chemin spatial à l'envers (Corsi, 1972). La flexibilité peut être testée à travers le *Children's Trail Making Test* (Reitan, 1971) ou les épreuves de fluence phonologique et sémantique (Borkowski, Benton, & Spreen, 1967 ; Isaacs & Kennie, 1973). Enfin, la planification est évaluée à travers la *Figure de Rey* (Rey, 1959) ou les labyrinthes du *LABY 5-12* (Marquet-Doléac, Soppelsa, & Albaret, 2010) pour l'organisation visuo-spatiale.

Evidemment, une évaluation qualitative peut être aussi effectuée en situation écologique. Dans ce cadre, des questionnaires peuvent être proposés aux adultes de l'entourage de l'enfant pour évaluer ses FE et son comportement lors des activités de la vie quotidienne. Parmi les plus connus, le *BRIEF* « Behavior Rating Inventory of Executive Function »

(Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000) qui possède deux index cliniques relatifs à la régulation comportementale et la métacognition et le *DEX-C* « Dysexecutive Questionnaire for Children » (Wilson, Emslie, Burden, Nimmo-Smith, & Wilson, 2004) qui explore quatre domaines relevant de l'émotion, de la motivation, du comportement et de la cognition.

Comme évoqué précédemment, bien que ces outils soient largement reconnus scientifiquement et utilisés dans la pratique clinique, des difficultés relatives à l'évaluation des FE sont à noter. Grefex (2008) en dénombre quatre :

Tout d'abord, l'évaluation du fonctionnement exécutif passe par des tâches impliquant d'autres processus cognitifs (langage, praxies, etc.). Ainsi, un faible score à une épreuve exécutive isolée ne signifie pas forcément un déficit du fonctionnement exécutif. L'échec à cette épreuve peut en effet être dû à l'altération des processus non exécutifs impliqués dans la tâche. Ne pouvant isoler et contrôler tous les processus mis en jeu, l'interprétation des résultats des différentes épreuves demeure délicate.

Ensuite, la question de la variabilité des modalités de réponse demandées au sujet (réponse motrice, réponse orale etc.) rend la comparaison des résultats obtenus aux différentes tâches exécutives également difficile. Un autre obstacle rencontré dans l'évaluation des FE est le manque de clarté concernant l'implication de différents processus exécutifs au sein d'une même tâche. Par exemple, le test de *Classement de Carte du Wisconsin* (Grant & Berg, 1948) a pu être considéré comme une mesure de l'inhibition, de la mise à jour, de la flexibilité, de la catégorisation ou encore de la résolution de problème (Berman et al., 1995).

Enfin, la question du test/retest est problématique dans le domaine des FE. En effet, pour garantir l'implication de processus exécutifs dans une tâche, le critère de nouveauté est requis. Alors, la phase de retest ne remplit plus ce critère : l'administration répétée d'une même tâche exécutive peut réduire sensiblement l'intervention des processus exécutifs.

Au regard de ces difficultés, la mesure de ces FE est problématique car elle ne prend pas en compte d'emblée toutes ces variables précitées qui peuvent affecter les résultats des enfants et par conséquent fausser leur interprétation.

Finalement, étant donné que le cortex préfrontal est le chef d'orchestre du cerveau et le siège des FE, l'évaluation de celles-ci, malgré les enjeux présentés, prend de plus en plus place dans les études récentes qui ciblent le bilinguisme. Ces études tentent de comparer les sujets monolingues aux sujets bilingues, mettant en évidence l'influence du bilinguisme sur la cognition.

1.4- Les effets du bilinguisme sur les FE :

Plusieurs études ont reflété les avantages du bilinguisme sur les capacités cognitives, en se focalisant sur les performances des enfants bilingues au niveau du langage oral et des épreuves exécutives. Selon Dahlgren, Almén et Dahlgren-Sandberg (2017), les enfants bilingues dépassent les enfants monolingues au niveau de tous les aspects des FE. Nous présenterons dans ce contexte les études comparatives qui se sont intéressées aux capacités d'attention, d'inhibition et de MdT d'une part et celles qui se sont focalisées sur les capacités de flexibilité et de planification d'une autre part.

Concernant les études qui ciblent l'attention, l'inhibition et/ou la MdT, nous citons d'abord celle de Gollan et Brown (2006) qui, lors de leur expérience en imagerie cérébrale, ont montré qu'en fonction du niveau de maîtrise des deux langues, des portions du cortex préfrontal gauche étaient plus ou moins activées chez les sujets bilingues. Les sujets bilingues de faible niveau linguistique sollicitaient davantage l'ensemble du cortex préfrontal gauche. Ils ont ainsi avancé l'idée que les structures corticales frontales et sous-corticales étaient impliquées dans le contrôle du langage et la sélection lexicale. Une compétition entre la langue seconde (L2) et la langue première (L1) en production était présente au niveau de ces structures et l'inhibition s'implique dans le contrôle du langage et la décision lexicale. Morales, Calvo et Bialystok (2013) ont rajouté que les enfants bilingues présentent une meilleure MdT pour contrôler et coordonner les deux systèmes linguistiques. Par rapport à Bialystok (2010), les sujets bilingues utilisent davantage leur capacité d'inhibition pour éviter l'interférence éventuelle de la seconde langue en expression orale. Cette faculté implique l'intervention de mécanismes de sélection, qui améliorent les mécanismes d'attention sélective, entraînant des bénéfices dans le contrôle du langage. Une

autre étude de Bialystok (2011) a porté sur une tâche de catégorisation chez des enfants âgés de 8 ans. En situation de double-tâche, les enfants bilingues étaient plus rapides que les enfants monolingues particulièrement dans les réponses aux stimuli visuels, ce qui indique qu'ils ont une attention visuelle plus efficace. Ces résultats corroborent ceux mis en évidence par Costa, Hernandez et Sebastian-Galles (2008) qui ont montré que les sujets jeunes adultes bilingues sont plus rapides sur une tâche attentionnelle que les monolingues, du fait de leur obligation continuelle à contrôler deux langues. Ils sont donc avantagés dans leurs processus de traitement de l'information. Poulin-Dubois, Blaye, Coutya et Bialystok (2011) ont également mené une étude portant sur l'attention : ils ont trouvé que les jeunes bilingues ont surpassé les enfants monolingues dans les tâches qui nécessitaient davantage de contrôle attentionnel. Cette étude rejoint celle de Crivello, Kuzyka, Rodrigues, Friend, Zesiger et Poulin-Dubois (2016), qui a été aussi menée auprès d'enfants âgés entre 2 ans et 2 ans et demi. Les résultats de leurs expériences ont montré les avantages du bilinguisme précoce surtout au niveau de la résolution de conflits et du contrôle inhibiteur. Barac, Moreno et Bialystok (2016), quant à eux, ont examiné le contrôle exécutif chez 62 enfants de 5 ans, qui étaient monolingues ou bilingues, en utilisant des mesures de potentiels comportementaux (Behavioral and Event-Related Potentials Mesures). Les enfants bilingues ont surpassé les monolingues en ce qui concerne la suppression des interférences et l'inhibition de la réponse complexe (dans la tâche *Go/No-Go*) : les données étaient associées à une meilleure performance comportementale et à une meilleure discrimination entre les stimuli. Dernièrement, Santillan et Khurana (2018) ont effectué une étude sur 1146 enfants monolingues et bilingues, d'âge préscolaire, recrutés d'un environnement socio-économique bas (qui est théoriquement considéré comme une variable affectant le développement des FE). Les résultats liés à l'efficacité du contrôle inhibiteur et à son développement ont été prouvés meilleurs chez les enfants bilingues selon le niveau de classe (entre préscolaire et maternelle), même dans ces milieux considérés défavorisés.

Par rapport aux capacités de flexibilité et de planification, selon Garbin et al. (2010), les enfants utilisent tôt le langage non seulement pour la communication, mais aussi pour réguler leurs activités. Ainsi l'utilisation précoce des fonctions de contrôle du langage jouerait un rôle majeur dans le développement des FE, et ceci serait particulièrement renforcé chez

les enfants bilingues. Ils ont montré que ces enfants sont plus flexibles et peuvent se détacher des stimuli concrets et leurs perceptions se restructurent pour planifier et atteindre leurs buts. En effet, Bialystok et Feng (2009) ont mené une étude auprès de 151 enfants de 6 ans, monolingues et bilingues. Des épreuves de langage et de capacités cognitives, ainsi que des épreuves plus complexes de résolution de conflits leur ont été proposées. Les résultats montrent un avantage des enfants bilingues dans le traitement des tâches complexes qui exigent flexibilité et mise à jour, sachant que tous ont eu des performances similaires sur les évaluations de langage (lexique équivalent au départ entre les deux populations). D'autres chercheurs (Van Assche, Duyck, & Gollan, 2013) ont montré que les bilingues alternant fréquemment entre les langues, présentent de meilleures performances en tâches de contrôle exécutif par rapport aux monolingues. De même, ils sont plus expérimentés en résolution d'interférence et donc capables de résoudre plus efficacement des tâches conflictuelles qui exigent un niveau élevé d'analyse, de raisonnement et de mise à jour.

Pour finir, Jalali-Moghadam et Kormi-Nouri (2015) ont effectué une recherche autour des FE chez les enfants dyslexiques bilingues. Ils ont étudié quatre groupes d'enfants âgés de 9 à 12 ans, répartis de la façon suivante : 41 bilingues avec troubles de lecture, 45 monolingues avec troubles de lecture, 45 bilingues normo-lecteurs et 59 monolingues normo-lecteurs. Leur fonctionnement exécutif a été examiné pour exploiter le contrôle inhibiteur/attentionnel, la MdT et la capacité de planification. Les résultats ont surtout montré que la vitesse des performances aux différents tests diminuait considérablement chez les enfants présentant des troubles de lecture. Cette diminution générale était plus prononcée chez les enfants bilingues atteints de troubles de lecture que chez leurs homologues monolingues. Donc, les résultats suggèrent que le bilinguisme forme un avantage cognitif chez les enfants à développement typique, ce qui n'est pas le cas chez les enfants dyslexiques.

Bilan général 1 :

Les FE regroupent des composantes cognitives d'une part et affectives d'une autre part. L'inhibition, la MdT, la flexibilité ou encore la planification font partie des habiletés cognitives. Leur développement dépend de l'âge et de la maturité de chaque enfant. Selon le dernier modèle développemental, le contrôle inhibiteur et la MdT seraient les précurseurs du développement ultérieur de la flexibilité, puis des FE de plus haut-niveau comme la planification. En effet, ces FE sont liées au développement des régions préfrontales. Leur maturation est plus tardive que celle des autres régions corticales et se prolonge jusqu'au début de l'âge adulte. Les troubles neuropsychologiques observés dans diverses pathologies acquises ou développementales permettent d'évoquer la notion de « syndrome dysexécutif », touchant aussi bien la sphère cognitive que comportementale. Au niveau du versant cognitif, en accord avec le modèle récent du développement exécutif, les perturbations peuvent concerner les différentes composantes « cold » des FE engendrant parfois des troubles sévères d'apprentissage. Un certain nombre d'outils issus de la neuropsychologie adulte a été adapté à l'enfant pour l'évaluation du fonctionnement exécutif. Les tâches s'appuient sur un matériel et une procédure de passation standardisée. La mesure de la réussite de l'enfant se fait habituellement en termes de précision et/ou de temps de réponse. Parmi les obstacles rencontrés dans l'évaluation des FE est le manque de clarté concernant l'implication de différents processus exécutifs au sein d'une même tâche. Plusieurs études ont reflété les avantages du bilinguisme sur les capacités cognitives, en se focalisant sur les performances des enfants bilingues au niveau du langage oral et des épreuves exécutives. Cependant, le bilinguisme pourrait être selon d'autres auteurs un inconvénient dans le cas des enfants présentant des troubles d'apprentissage. Finalement, les FE ont été surtout explorées au niveau du langage oral chez la population bilingue, mais peu sont les études qui ont été menées sur le langage écrit dans ce contexte. Or, l'implication des FE dans le langage écrit affecte le parcours scolaire et les apprentissages des enfants au cours de leur développement dans les milieux bilingues, sujet qui sera abordé dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 2

Le développement typique de l'orthographe

Dans le chapitre précédent, l'impact des FE sur le développement global de l'enfant a été mis en évidence. Dans le cas de bilinguisme, les habilités cognitives semblent davantage mobilisées ce qui affectent positivement les acquisitions des enfants à développement typique au niveau du langage oral et écrit. Le but de ce chapitre est d'exposer plus en détails les étapes de l'acquisition typique du langage écrit et plus précisément l'acquisition de l'orthographe chez les enfants bilingues (français/arabe) qui font l'objet de notre thèse, pour présenter par la suite les compétences nécessaires à la maîtrise de celle-ci, afin de cerner tous les facteurs qui s'impliquent dans les apprentissages.

2.1- L'acquisition de l'orthographe et les modèles développementaux :

Dès les classes maternelles, avec l'entrée dans le langage écrit, l'enfant va commencer à construire son bagage orthographique, qui peu à peu va se constituer de mots, pour arriver plus tard à la production écrite de phrases. Selon les programmes scolaires, les contraintes orthographiques liées aux différentes langues d'apprentissage demeurent plus complexes dans les classes supérieures (à partir de la classe de CE2), c'est pourquoi l'étude d'Abu Rabia et Taha (2004) qui concerne les erreurs orthographiques en arabe et l'étude de Fayol, Hupet et Largy (1999) qui vise les erreurs grammaticales en français nous semblent particulièrement pertinentes.

2.1.1- L'entrée dans le langage écrit :

L'orthographe appartient au versant expressif du langage écrit, au même titre que le graphisme et la production de texte (Saint-Pierre, 2000). Elle est « la manière, considérée comme seule correcte, et parfois arbitraire, d'écrire les mots propres à une communauté linguistique donnée : l'orthographe dite d'usage correspond aux graphies usuelles des mots et l'orthographe dite grammaticale aux graphies des mots selon leur fonction au sein de la phrase » (Brin, Courrier, Lederlé, & Masy, 2011, p. 136). Selon Zesiger (1995), les

enfants, avant leur scolarité, sont confrontés à l'écrit dans leurs activités quotidiennes à travers des affiches publicitaires, des enseignes et des livres qu'ils consultent. L'auteur cite Luria qui a effectué des recherches auprès d'enfants pré-scripteurs de 3 ans. Il a montré que lorsqu'on leur demande de produire de l'écrit, par exemple en leur dictant des mots ou des phrases, ou en recourant à la dénomination écrite d'images, ils utilisent différents moyens pour représenter le message. Ils peuvent utiliser le dessin, en cherchant à représenter les propriétés des objets référents comme la forme, le nombre, la couleur ; ou produire des gribouillis indifférenciés qui ressemblent aux caractéristiques de surface de l'écriture (des lignes plus ou moins horizontales contenant des oscillations verticales ou des symboles graphiques discontinus qui imitent les lettres scripts). Ces gribouillis se différencient progressivement lorsque l'enfant comprend que chaque énoncé ou mot doit être représenté différemment des autres puisqu'il est différent. L'enfant utilise alors certaines lettres qu'il connaît ou des pseudo-lettres et fait varier le nombre et l'ordre des éléments, en essayant de générer différents « mots ». Ces travaux nous montrent que le jeune enfant possède déjà, bien avant l'entrée à l'école et l'apprentissage formel de la lecture, des connaissances implicites sur la structure du langage.

L'apprentissage de l'orthographe s'étend sur des années et l'enfant va progressivement acquérir différentes stratégies de transcription. Certains chercheurs (Frith, 2001 ; Schelstraete & Maillart, 2004 ; Valdois, 2004) se sont penchés sur les acquisitions effectuées par l'enfant au contact d'enseignement scolaire formel afin de modéliser cette acquisition. Le modèle qui est communément admis est le modèle à double voie de Mousty, Alegria Iscoa, Carbonnel, Gillet, Martory et Valdois (1996) pour l'orthographe lexicale. Puis vient l'acquisition de l'orthographe grammaticale (dans la production écrite de phrases) qui est liée aux spécificités de chaque langue.

2.1.2- L'acquisition de l'orthographe lexicale :

Nous présenterons dans cette rubrique le modèle à double voie le plus répandu puis le modèle des erreurs orthographiques en arabe.

2.1.2.1- Le modèle à double voie : assemblage et adressage :

Certains modèles introduisent la dimension de développement ou d'apprentissage, comme le modèle de Frith (2001) où trois stades (logographique, alphabétique et orthographique) seraient successifs et communs à l'acquisition de la lecture et de l'orthographe de mots. Selon Touzin (2004), la notion de stades est difficile à maintenir : les étapes peuvent se croiser. La frontière entre les stades serait donc moins stricte que celle énoncée dans le modèle princeps. Mousty et al. (1996), quant à eux, prennent en compte les aspects cognitifs sous-jacents à l'orthographe lexicale. Ce modèle cognitiviste distingue deux procédures dans le traitement du langage écrit dans une tâche de dictée de mots : l'assemblage et l'adressage (cf. Figure 3).

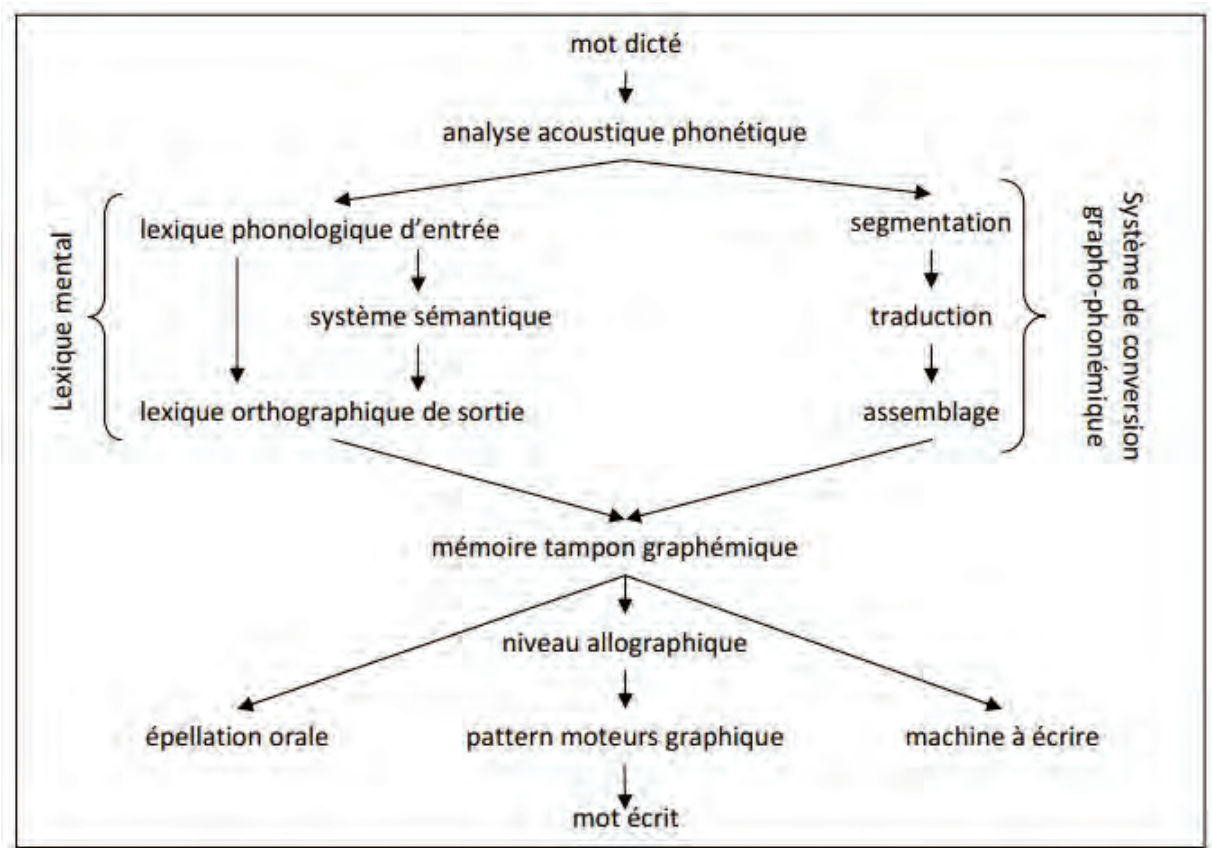


Figure 3 : Modèle à double voie de Mousty et al. (1996).

Ainsi, la voie d'assemblage (voie indirecte/phonologique/non lexicale) est basée sur l'application des correspondances phonèmes-graphèmes. Elle permet l'écriture de mots nouveaux réguliers, de pseudo-mots et de non-mots. En début d'apprentissage du langage écrit, l'enfant est confronté à une majorité de mots inconnus et a donc recours à cette stratégie qui est coûteuse en attention, en temps et en capacité de mémoire. Une fois que ces connaissances de base sont acquises et automatisées, l'enfant va pouvoir focaliser son attention sur le traitement des irrégularités orthographiques. La voie d'adressage (voie directe /orthographique/lexicale) permet elle, un accès à la représentation orthographique du mot. Elle est utilisée pour l'écriture des mots déjà connus, réguliers ou irréguliers. Le lexique orthographique de sortie est activé par le système sémantique si le sens du mot est connu, ou s'il s'agit d'homonymes. Dans un système opaque tel que le français, cette procédure de récupération directe en mémoire est indispensable et sensible à l'effet de fréquence (Sprenger-Charolles & Siegel, 1998). Cette stratégie est rapidement la plus utilisée car elle s'applique naturellement et sans effort cognitif. Elle est aussi la plus fiable (Sénéchal, Basque, & Leclaire, 2006). Rondal et Seron (2000) considèrent que les pseudo-mots seraient générés par analogie avec des mots existants dans le lexique orthographique du sujet. Pacton, Foulin et Fayol (2005) rajoutent que l'usage d'analogies est une stratégie mixte utilisée face à un mot nouveau, basée sur les ressemblances entre les mots. Selon Bosse (2004), le terme de lexique orthographique renferme l'ensemble des traces orthographiques des mots mis en mémoire. Il est nécessaire pour retrouver très vite l'information pour écrire ou reconnaître un mot. En effet, si l'on peut lire avec des connaissances orthographiques incomplètes, il est impossible d'écrire correctement un mot présentant des difficultés orthographiques sans utiliser cette structure. Après un traitement par l'une ou l'autre de ces deux voies indépendantes, la procédure redevient commune : les séquences de graphèmes sont maintenues dans la mémoire tampon graphémique. Kremin (1999) affirme que la trace contenue dans cette MdT subit une dégradation relativement rapide. Le facteur principal associé à ce niveau serait la longueur du mot. Pour l'écriture manuelle sous dictée, la représentation des graphèmes est ensuite choisie au sein du « système allographique » (lettres cursives ou d'imprimerie, lettres majuscules ou minuscules). Le programme moteur correspondant à la forme envisagée est enfin activé pour déclencher les programmes neuromusculaires nécessaires à l'exécution des mouvements graphiques.

Un autre modèle proposé par Valdois (2004) (cf. Annexe IV) rejoint le modèle à double voie. Il s'agit du modèle « multi-traces » reflétant l'existence d'un composant visuo-attentionnel qui joue un rôle majeur dans le choix de la procédure utilisée. Si le traitement global du mot cible est difficile, alors le sujet utilise automatiquement la stratégie d'assemblage. Ainsi, chez le lecteur expert, le cerveau reçoit l'information sensorielle et active les deux voies, ce qui explique la vitesse de lecture. Chez l'apprenti lecteur, la voie phonologique sera massivement utilisée au départ, dans l'attente de la constitution de plus en plus fine du lexique orthographique. L'empan visuo-attentionnel (la quantité de lettres que l'on peut traiter en une seule fixation) est donc une composante centrale. Cet empan s'adapterait à la longueur du mot, fonctionnant comme une « fenêtre ». Comme en lecture, l'impact de cet élément est suggéré dans l'orthographe puisque les deux activités sont liées. La taille de la fenêtre visuo-attentionnel (VA) mise en jeu et l'implication de la MdT phonologique sont deux habiletés nécessaires au développement du langage écrit. Lors d'un traitement en mode global, la fenêtre VA s'adapte à la longueur du mot à lire de sorte que l'ensemble des lettres du mot soit traité simultanément en une seule capture visuelle. La fenêtre VA est au contraire réduite à des unités plus petites (syllabes ou graphèmes) lors d'un traitement analytique.

Les deux modèles, celui de Mousty et al. (1996) et celui de Valdois (2004), se complètent et expliquent les processus utilisés dans l'orthographe lexicale. Cependant, ils ne prennent pas en compte les processus impliqués dans l'orthographe grammaticale qui nécessite une mobilisation cognitive plus importante (Fayol, Hupet, & Largy, 1999). Selon Ziegler et Goswami (2005), l'utilisation de chaque voie varie aussi en fonction de la langue apprise (française, anglaise, germanique ou néerlandaise). Baluch et Danaye-Tousi (2006) ont rajouté que l'opacité de l'orthographe a une incidence sur l'apprentissage de la lecture et de la transcription. Une orthographe opaque, comme l'anglais, oblige les apprentis-lecteurs à une utilisation plus précoce de la voie lexicale, tandis qu'une orthographe transparente, comme l'arabe vocalisé, permet un recours plus systématique à la voie sublexicale de lecture, seule procédure générative permettant la lecture de nouveaux mots.

Nous exposerons dans ce qui suit le modèle des erreurs orthographiques en arabe.

2.1.2.2- Le modèle des erreurs orthographiques en arabe :

L'étude de Boudelaa (2014) propose le modèle de « décomposition morphologique obligatoire » (cf. Annexe V). Selon l'auteur, tous les mots en arabe subissent une décomposition permettant à leurs racines d'une part et à leurs schèmes d'autre part d'être accessibles comme deux entrées lexicales. Ces entrées lexicales présenteront ainsi les informations (phonologique, sémantique, morphosyntaxique) d'un mot donné. Tant que le mot d'entrée a une structure identifiable, il subira une décomposition, même s'il n'a pas de signification. Abu Rabia et Taha (2004), quant à eux, sont partis du modèle à double voie de Mousty et al. (1996), pour suggérer un autre modèle visant à expliquer le processus d'orthographe chez les arabophones, mettant ainsi en évidence les causes des erreurs orthographiques chez les enfants (cf. Figure 4).

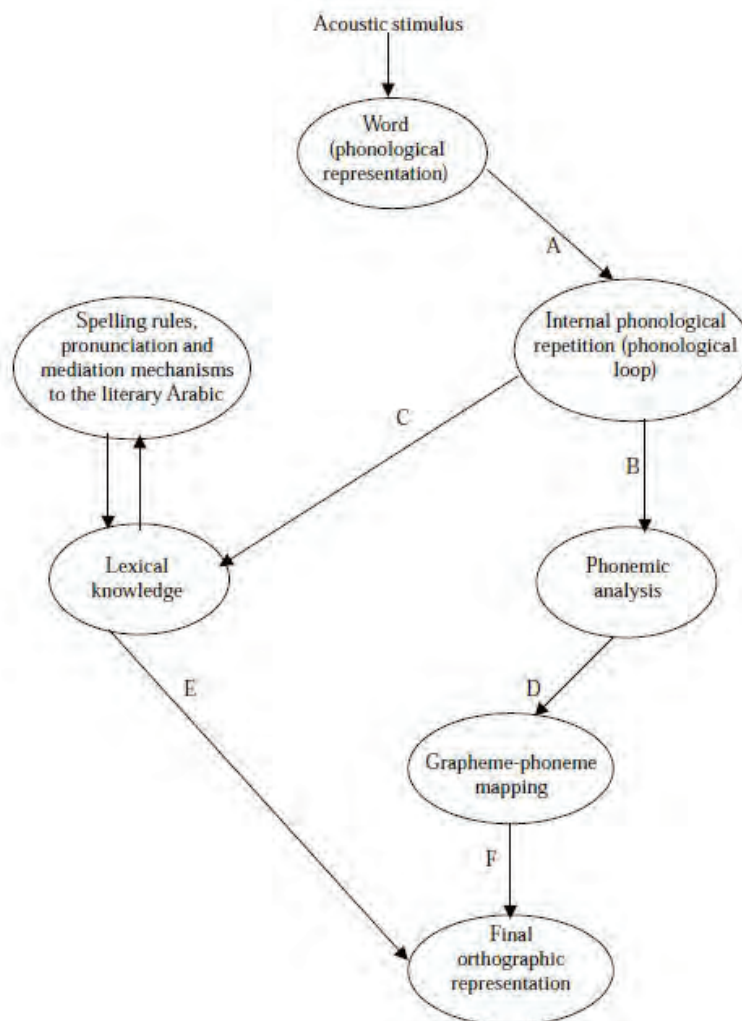


Figure 4 : Modèle des erreurs orthographiques en arabe suggéré par Abu Rabia et Taha (2004).

Pour ces auteurs, la transcription commence par la « répétition phonologique interne » du stimulus acoustique du mot présenté oralement, pour ensuite continuer avec la conversion phonème-graphème (trajectoire $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F$ de la figure 4) si l'enfant n'a pas le mot dans son stock orthographique. La trajectoire $A \rightarrow C \rightarrow E$ sera optée pour les mots connus.

Quand l'enfant n'a pas accès à cette procédure lexicale, la phonologie de sa langue orale parlée peut ainsi interférer sur la « répétition phonologique interne » entraînant des erreurs dans la transcription du mot cible. Pour résumer, quand l'enfant ne possède pas la représentation lexicale du mot ou quand la trajectoire phonologique $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F$ n'est pas bien développée, la représentation orthographique finale du mot sera incorrecte.

Le point commun entre tous ces modèles développementaux réside dans l'existence de deux voies principales pour le traitement des mots orthographiés : la voie d'assemblage et la voie d'adressage. Les différences qui peuvent exister entre un modèle et un autre dépendent des langues étudiées et de leurs spécificités (langues opaques ou transparentes). Une fois les deux procédures consolidées dans les différentes langues, l'enfant va progressivement acquérir la relation entre le statut grammatical de chaque mot et la façon dont il est orthographié.

2.1.3- L'acquisition de l'orthographe grammaticale :

La maîtrise des aspects morphologiques du langage écrit constitue le trait principal des niveaux avancés du développement orthographique. La production correcte de phrases nécessite plusieurs opérations supplémentaires que dans le cas de la production de mots : segmentation de la phrase en différents mots, choix de l'orthographe correcte des homophones, et enfin l'application des règles d'orthographe grammaticale, principalement les accords en genre et en nombre pour la langue française. Fayol et al. (1999) ont décrit trois étapes dans le développement des capacités orthographiques (grammaticales). Entre le CE1 et le CE2, les enfants commettent beaucoup d'erreurs dans leurs accords. Puis entre le CE2 et le CM1, les traitements orthographiques commencent à s'automatiser pour enfin s'approcher des compétences de l'adulte entre le CM1 et le CM2. Dans ce contexte, Schelstraete et Maillart (2004) expliquent les différentes étapes dans l'acquisition des accords. En début

de la première année primaire, les enfants ignorent simplement les terminaisons plurielles inaudibles. Ils écrivent comme ils entendent (phonétiquement) et donc omettent la plupart des terminaisons du pluriel. En fin d'année, ils commencent à utiliser la terminaison « s », mais ils l'écrivent à la fin des verbes comme à la fin des noms (les lapins manges). Ensuite, vers la fin de la deuxième année primaire, les enfants apprennent à utiliser la terminaison « nt », mais au lieu de l'ajouter seulement aux verbes de la troisième personne du pluriel, ils la mettent parfois aux noms et aux adjectifs (les jolient fleurent sentent bon) (Fayol, Totereau, & Barrouillet, 2006). Peu à peu, ils apprennent l'utilisation correcte des morphèmes pluriels nominaux (« s » ou « x ») et verbaux (« nt » pour la troisième personne du pluriel) pour enfin les automatiser. Les expériences de Fayol et Largy (1992) ont visé à étudier les performances dans l'accord sujet-verbe au présent de l'indicatif avec les verbes du premier groupe, en faisant varier « la charge cognitive » associée à la réalisation de cet accord. Ces expériences ont été effectuées auprès d'enfants de 10-11 ans en comparaison avec des adultes. Ils ont déduit que les enfants de 10-11 ans comme les élèves de la classe de terminale, voient leurs performances se dégrader au fur et à mesure que la charge cognitive s'accroît (comme effectuer des activités à double tâche).

La langue arabe ne présente pas ces mêmes particularités grammaticales françaises. D'autres spécificités concernent cette langue ; elles seront présentées ultérieurement dans le chapitre 4.

A part les modèles théoriques qui tentent d'expliquer le développement du langage écrit, plusieurs pré-réquis sont nécessaires au bon développement de l'orthographe. Les modèles théoriques cités précédemment se sont focalisés sur l'orthographe lexicale, sur l'adressage et l'assemblage des mots isolés, mais pour atteindre un niveau plus complexe (dictée de phrases), d'autres compétences sont nécessaires à maîtriser (à part les règles grammaticales) quelle que soit la langue d'apprentissage.

2.2- Les compétences nécessaires à la maîtrise de l'orthographe :

L'enfant ne peut pas se limiter à l'apprentissage des correspondances phonème/graphème et à la mémorisation de l'orthographe lexicale de certains mots pour apprendre la langue écrite (Bézu, 2009). Les compétences cognitives et langagières et les compétences de lecture acquises au fil des années scolaires, sont également essentielles pour une bonne orthographe.

2.2.1- Les compétences cognitives et exécutives :

La MdT et l'attention sont considérées comme les compétences de base pour toute acquisition (Diamond, 2013). Les modèles évoqués supra montrent l'importance et les liens existants entre ces deux compétences dans l'acquisition du langage écrit (e.g., Mousty et al., 1996 ; Valdois, 2004). En effet, pendant la phase de lecture, en début d'apprentissage, lors du décodage par conversion grapho-phonémique, la MdT maintient les phonèmes décodés pour les assembler et activer un mot connu dans le lexique mental. Ensuite, elle permet la production écrite par un maintien temporaire du mot à orthographier. Selon Zesiger (2003), la MdT joue également un rôle majeur dans le respect de l'orthographe grammaticale. Elle est essentielle dans la gestion des accords en français. Des instructions explicites sont parfois nécessaires. Par exemple, « lorsqu'il y en a plusieurs, je mets un /s/ à la fin ». L'enfant passe par la verbalisation pour effectuer la tâche demandée. La verbalisation traduit le fait que l'information doit être maintenue en MdT pour être appliquée. En situation de double tâche, la tâche secondaire (l'écriture) sera bien réussie si l'orthographe a un coût cognitif moins important. Mais si l'orthographe mobilise trop de ressources, notamment en MdT, alors soit le sujet aura de moins bonnes performances à la tâche secondaire, soit le nombre d'erreurs orthographiques sera plus important (Zesiger, 2003). Selon ce même auteur, quand les connaissances s'automatisent, les performances s'accroissent et les verbalisations diminuent. Elles seront en mémoire à long terme et n'ont plus besoin d'être stockées en MdT pour être mises en application. L'étude du coût cognitif dans les accords grammaticaux a été également mise en évidence dans le « paradigme de la double tâche » décrit par Piolat et Olive (2000) en production écrite. Ainsi, effectuer deux tâches en parallèle forcerait l'enfant à partager ses ressources. Il est moins performant

quand les processus orthographiques ne sont pas ou peu automatisés. Negro et Chanquoy (2000) ont étudié l'accord sujet-verbe en lien avec le paradigme de la double tâche afin d'estimer l'effet d'une charge cognitive supplémentaire sur l'orthographe. Leurs résultats ont montré une augmentation des erreurs d'accord en cas de charge supplémentaire en MdT. Auparavant, certains auteurs (Van Grunderbeeck & Trottier, 1984) ont fait des liens entre l'orthographe grammaticale française et le développement cognitif selon l'approche piagétienne dans les étapes du développement de la logique. Leur recherche a été menée dans le but de vérifier si les enfants qui réussissent mieux en orthographe grammaticale ont atteint un niveau de développement de la pensée opératoire supérieur à ceux dont la réussite en ce domaine est moins bonne. La pensée opératoire met en œuvre des opérations concrètes et formelles. Elle consiste à classer ou à sérier les objets concrets, manipulables et a pour caractéristique fonctionnelle principale la réversibilité, ce qui est en lien avec la MdT et la flexibilité. Une dictée et trois épreuves de développement opératoire ont été administrées à deux groupes de 20 sujets (fin primaire). L'analyse des résultats a mis en évidence que les élèves qui obtiennent les meilleurs scores à la dictée présentent également une performance supérieure dans les épreuves opératoires.

Les ressources attentionnelles s'impliquent également à des degrés différents dans les étapes d'apprentissage du langage écrit : l'acquisition du décodage, la construction du lexique orthographique, l'utilisation des règles grammaticales et les applications grapho-motrices (Schelstraete & Maillart, 2004). Les différents mécanismes finissent par s'automatiser et permettent un traitement du langage écrit plus rapide et plus efficient. En effet, l'attention intervient tout particulièrement dans le cas de mots nouveaux (ou non connus) et dans la gestion des accords. Bosse (2004) émet de même l'hypothèse d'un lien entre les performances en orthographe lexicale et les capacités de traitement VA. L'étude qu'elle a menée sur plus de 400 enfants de primaire a confirmé que la capacité à traiter simultanément l'ensemble des lettres d'une séquence est un facteur explicatif des performances en lecture et en dictée du CP au CM2. L'acquisition des connaissances lexicales orthographiques dépendrait donc de deux capacités cognitives indépendantes : les capacités de traitement phonologique pour le décodage et les capacités de traitement VA pour la mémorisation de la représentation du mot. Chaves, Bosse et Largy (2010) rapportent aussi que l'empan visuo-attentionnel est corrélé aux connaissances orthographiques et à la vitesse de lecture chez les enfants du

CP au CM2. La fenêtre VA est ouverte sur tout le mot, pour consolider au fur et à mesure l'information orthographique complète (ce qui rejoint le modèle multi-traces de Valdois, 2004). Von Suchodoletz, Fasche et Skuballa (2017) ont également mis en évidence une association étroite entre l'attention et les diverses compétences orthographiques dans les classes primaires et secondaires. Dans tous les groupes d'âge, de meilleures capacités attentionnelles étaient associées à moins d'erreurs orthographiques surtout dans l'application des stratégies d'assemblage.

Ainsi, les liens qui unissent la MdT et l'attention aux capacités orthographiques sont clairement établis au niveau du décodage phonologique, de la construction du lexique orthographique et de l'application des règles grammaticales. Par ailleurs, d'autres compétences cognitives s'avèrent être impliquées dans l'acquisition du langage écrit : l'inhibition et la flexibilité.

Selon Drijbooms, Groen et Verhoeven (2015), l'orthographe et même l'expression écrite requièrent un bon niveau de capacités cognitives. Une tâche simple de transcription d'un mot isolé, nécessite un contrôle cognitif inférieur à ce que requiert la transcription d'un texte. Dans ce contexte, les auteurs ont démontré le lien étroit entre les FE et la narration chez les enfants à développement typique en classe de CM1. Premièrement, l'inhibition et la mise à jour ont influencé directement la longueur et donc la qualité des textes écrits. Deuxièmement, ces deux FE ont joué un rôle important dans la complexité syntaxique et le contenu (les idées transcrites) au niveau des mots, des phrases et des textes écrits. Par ailleurs, des corrélations entre l'inhibition, la flexibilité mentale et le développement du langage écrit chez deux groupes d'enfants à développement typique et dyslexiques ont été décrites par Altemeier, Abbott et Berninger en 2008. Deux groupes d'enfants ont été suivis sur plusieurs années scolaires. Le premier groupe a été suivi de la classe de CP jusqu'en CM1 et le second groupe de la classe de CE2 jusqu'en CM2. Dans leur analyse longitudinale, les auteurs montrent que le développement de la flexibilité et de l'inhibition apparaît corrélé avec les résultats scolaires obtenus par ces enfants en lecture et en orthographe. Dans les petites classes, elles sont surtout incluses dans le décodage phonologique et les conversions phonèmes/graphèmes. Les performances au niveau de ces FE ont pu être des prédicteurs

des performances au niveau du langage écrit dans les classes supérieures. La planification et la résolution de problèmes sont plutôt liées à la compréhension écrite de textes et à l'expression écrite (Altemeier, Jones, Abbott, & Berninger, 2006), qui sont considérées parmi les compétences à haut niveau et concernent surtout les classes supérieures (CM1/CM2).

Tous ces travaux ont souvent une approche unidimensionnelle en se focalisant sur une FE en lien avec le langage écrit et/ou oral, mais les modèles et les expérimentations menées montrent toute l'importance de les étudier ensemble au regard de l'imbrication de ces processus dans les apprentissages scolaires. Une approche multidimensionnelle apparaît alors fondamentale pour comprendre le fonctionnement exécutif de l'enfant dans l'acquisition de l'orthographe. En outre, des compétences langagières orales sont également nécessaires pour le bon développement du langage écrit.

2.2.2- Les compétences langagières :

Estienne (2006) évoque les pré-requis du domaine linguistique nécessaires à l'acquisition de l'orthographe. Selon lui, un bon niveau de langage oral permet de développer les compétences lexicales, syntaxiques et articulatoires. Une bonne conscience phonologique et une discrimination visuelle et auditive efficace sont également nécessaires pour l'orthographe des mots nouveaux et des non-mots. Cette orthographe, même si elle n'est pas la norme, constitue une compétence de base. Ellis et Hupet (1989) affirment que dans les langues à forte consistance phonographique (i.e., l'arabe), le jeu de correspondances de base entre sons et lettres permet à l'enfant d'écrire un nombre relativement important de mots corrects. En revanche, dans les langues à faible consistance, comme le français et l'anglais, l'enfant doit encore intégrer de nombreux éléments à son système de conversion phonème-graphème pour une bonne orthographe. Dans ce contexte, une étude a été menée par Ziegler et al. (2010) sur 1265 enfants en classe de CP afin d'étudier les capacités de lecture dans cinq langues différentes : le finlandais, l'hongrois, l'allemand, le portugais et le français, qui varient dans leur degré de transparence. Les résultats ont montré que la conscience phonologique est le facteur essentiel associé aux performances de lecture (et éventuellement aux performances de l'orthographe) dans toutes les langues. Elle est surtout impliquée dans

celles qui sont les moins transparentes chez les apprenti-lecteurs. Une étude plus récente menée par Saiegh-Haddad et Taha (2017) a ciblé la langue arabe. Les chercheurs ont effectué une étude comparative entre deux groupes d'enfants : enfants à développement typique et enfants dyslexiques. Leurs résultats ont également montré que la conscience morphologique (la capacité de dérivation de la racine des mots en arabe) et la conscience phonologique sont les prédicteurs les plus forts de la lecture et de l'orthographe chez des enfants du CP au CM1. Dernièrement, la compréhension du langage et les compétences sémantiques (le recours au sens d'un mot ou d'une phrase) est quelquefois le seul indice pour déduire l'orthographe du mot, voire la segmentation des mots dans la phrase (Bézu, 2009).

Ainsi, ces études semblent corroborer l'idée que les capacités d'expression et de compréhension orales et les capacités de conscience phonologique sont des prédicteurs importants des compétences de lecture et d'orthographe dans les classes primaires.

2.2.3- Les compétences de lecture :

Comme nous l'avons vu, en français, l'acquisition des connaissances lexicales orthographiques (mots irréguliers, contenant des doubles consonnes, des lettres muettes...) est principalement implicite lors de la lecture. Les mots rencontrés souvent, sont stockés en mémoire et constituent le lexique orthographique. Cette acquisition est précoce et débute presque en même temps que l'apprentissage des conversions phonèmes-graphèmes (dès le milieu du CP) (Martinet, Valdois, & Fayol, 2004). Cette compétence se développe, pour une grande partie du lexique, par auto-apprentissage (Share, 1995, 1999), indispensable dans le cas d'un système aussi opaque que le français ou l'anglais. Critten, Connelly, Dockrell et Walter (2014) rajoutent à travers leur étude effectuée auprès des enfants présentant des troubles du langage oral, que la précision orthographique en anglais, était également associée à la conscience phonologique et à la lecture : les performances de lecture prédisaient de manière significative la capacité à épeler à la fois les morphèmes flexionnels et dérivatifs des mots.

Bien que la langue arabe, contrairement au français, est considérée comme langue transparente (Kouloughli, 1994), ce développement semble équivalent. En effet, Mohamed, Landerl et Elbert en 2014 ont montré une relation étroite entre la lecture et l'orthographe

chez des enfants arabophones, qui en partie, nécessitent les mêmes habiletés phonologiques et visuelles. Dans cette étude, 1106 enfants égyptiens de la classe de CE1 ont été testés en lecture et en orthographe, 12.6% de la population ont présenté un déficit associé en lecture et en orthographe, mais un pourcentage beaucoup plus faible a présenté des déficits isolés en lecture (0.9%) ou en orthographe (1.1%).

Pour finir, quelle que soit la langue acquise, les étapes du développement du langage écrit se concordent et la lecture reste une base commune et essentielle pour la bonne acquisition de l'orthographe.

Bilan général 2 :

Le modèle développemental communément admis dans l'acquisition de l'orthographe est le modèle à double voie. Ce modèle distingue deux procédures dans le traitement du langage écrit dans une tâche de dictée de mots : l'assemblage et l'adressage. La voie d'assemblage est basée sur l'application des correspondances phonèmes-graphèmes alors que la voie d'adressage permet un accès direct à la représentation orthographique du mot. L'utilisation de chaque voie varie aussi en fonction de la langue apprise. En arabe, quand l'enfant n'a pas accès à la procédure lexicale, la phonologie de sa langue orale parlée peut ainsi interférer sur la « répétition phonologique interne » entraînant des erreurs dans la transcription du mot cible. Une fois les deux procédures consolidées dans les différentes langues, l'enfant va progressivement acquérir la relation entre le statut grammatical de chaque mot et la façon dont il est orthographié ; l'orthographe grammaticale est principalement liée aux accords en genre et en nombre en français. La langue arabe ne présente pas ces mêmes particularités grammaticales. D'autres spécificités concernent cette langue ; elles seront présentées ultérieurement. Les performances en orthographe grammaticale se dégradent au fur et à mesure que la charge cognitive s'accroît, sachant que les enfants qui obtiennent les meilleurs scores à la dictée présentent une performance supérieure dans les épreuves cognitives. Donc, la conscience phonologique, la mémorisation de l'orthographe lexicale et l'automatisation des règles grammaticales sont des habiletés nécessaires au bon développement du langage écrit. Les compétences cognitives (telles que la MdT, l'attention, l'inhibition, la flexibilité et la planification), les compétences langagières ainsi que les compétences de lecture, sont également essentielles à la maîtrise globale de l'orthographe. Finalement, chaque enfant a son rythme dans l'acquisition du langage écrit au fil des années scolaires. Les étapes développementales peuvent être parcourues différemment, avec des expériences variées, dépendamment de l'environnement de l'enfant. Le cadre scolaire et familial peut influencer son épanouissement et peut l'aider à avancer en cas de troubles d'apprentissage. Cependant, celles-ci peuvent parfois persister, faisant vivre l'enfant l'échec scolaire d'une classe à l'autre. Plusieurs domaines peuvent être alors touchés : la lecture, l'orthographe ainsi que le domaine cognitif. Cela peut également affecter sa vie sociale et son comportement, et c'est là où la notion de troubles spécifiques du langage écrit est évoquée.

CHAPITRE 3

Les troubles de l'orthographe dans le cadre des troubles spécifiques des apprentissages

Les troubles de l'acquisition du langage écrit peuvent retentir de façon sévère non seulement sur la scolarité de l'enfant et sur son vécu, mais aussi sur sa capacité à réussir les examens, obtenir des diplômes, assurer son avenir professionnel et trouver sa place dans une société de plus en plus exigeante. Il est difficile d'aborder les troubles de l'orthographe chez l'enfant sans faire référence aux troubles de la lecture, sur lesquels porte l'essentiel de la littérature relative aux déficits d'acquisition du langage écrit. Rieben, Fayol et Perfetti (1997) expriment que les problèmes orthographiques s'avèrent beaucoup plus persistants que les problèmes en lecture chez les enfants présentant des troubles d'apprentissage. Ils rajoutent que même les lecteurs experts lisent correctement plus de mots qu'ils ne peuvent en orthographier. En effet, il est relativement facile de trouver des enfants dont les performances en lecture présentent le niveau requis et dont les performances à un test orthographique sont en dessous de la moyenne (Zesiger, 1995). Suite à l'exposition du développement typique de l'orthographe et des compétences nécessaires qui favorisent les apprentissages du langage écrit dans le chapitre précédent, les troubles spécifiques du langage écrit seront abordés dans ce chapitre. Le but est de détailler les spécificités de ces troubles selon les concepts actuels (basés sur les études antérieures effectuées auprès des enfants dyslexiques-dysorthographiques). Des liens seront établis entre ces spécificités et les caractéristiques cognitives et exécutives observées chez ces enfants surtout au niveau de l'orthographe, pour finir avec l'évaluation de celle-ci et la typologie des erreurs qui peuvent être rencontrées dans les deux langues considérées dans notre étude : française et arabe.

3.1- De la dyslexie-dysorthographie aux troubles spécifiques du langage écrit (TSLE) : évolution de la terminologie :

Sous l'influence des recherches effectuées dans le champ de la neuropsychologie de l'adulte, les cognitivistes développementaux ont dans un premier temps tenté d'établir des liens entre les profils de déficit en lecture et en orthographe mis en évidence chez l'enfant et ceux décrits chez l'adulte cérébro-lésé. Et depuis plus de 20 ans, des

classifications internationales ont permis de définir de manière commune ces troubles dits « développementaux », afin de formaliser le terme de « dyslexie-dysorthographe ».

L'Organisation Mondiale de la Santé a reconnu les troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires dans la CIM-10 (Classification statistique internationale des maladies et de problèmes de santé connexes, De la sante O. M., 1993) et les classe parmi les handicaps. La même année, le DSM-IV (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, American Psychiatric Association, 1994) a également défini les troubles des apprentissages. Actuellement, le DSM-V (apparu en 2013) est utilisé internationalement comme référence pour les diagnostics des troubles mentaux ou psychiatriques ; il les catégorise, décrit leurs critères diagnostiques et fournit diverses informations telles que leur prévalence. C'est ainsi que les troubles de la lecture, de l'orthographe et les troubles de calcul ont été décrits séparément avec des critères diagnostiques spécifiques.

3.1.1- Les classifications de la dyslexie-dysorthographe en fonction des types d'erreurs :

Les classifications du DSM-IV sont arrivées suite aux recherches et aux nombreuses études de cas décrites précédemment dans la littérature et exposées dans ce qui suit (Campolini, Van Hovell, & Vansteelandt, 2000 ; Castles, 1996 ; Mazeau, 2005 ; Temple & Marshall, 1983 cités par Valdois, 1996). Ces auteurs distinguent au moins deux grandes classes de déficits (selon le modèle de Mousty et al., 1996) : l'une relative au développement de la stratégie d'assemblage et impliquant des difficultés phonologiques, et l'autre relative à l'acquisition de la stratégie d'adressage et englobant des problèmes dans l'élaboration du lexique orthographique dus à un déficit des traitements VA. En effet, dans toutes ces études, il s'agissait d'enfants ayant un assez bon niveau d'efficacité intellectuelle, ne présentant pas de problèmes sensoriels primaires (auditifs ou visuels), n'ayant pas manifesté des troubles psychologiques graves et étant issus d'un milieu normalement stimulant. Néanmoins, ces enfants présentent des troubles importants et persistants de l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe (leur niveau est inférieur d'au moins de 18 mois par rapport à leur âge réel).

La première grande classe de dyslexie est la « dyslexie phonologique », qui se caractérise par des difficultés importantes en lecture de non-mots, alors que les performances sont relativement bonnes en lecture de mots réguliers ou irréguliers. Temple et Marshall (1983) cités par Valdois (1996) relatent notamment le cas d'une jeune fille de 17 ans, dont l'âge de lecture est estimé à 10;11 ans. Elle lit correctement 84% des mots réguliers ou irréguliers qui lui sont présentés, alors qu'elle ne parvient à déchiffrer que 35% des non-mots. La lecture est extrêmement laborieuse et d'autant plus difficile que les non-mots sont plus longs. Des difficultés similaires à celles observées en lecture se manifestent en écriture sous dictée. L'orthographe d'usage est acceptable pour les mots familiers, mais des difficultés apparaissent lors de la dictée de mots longs peu fréquents. De même, l'écriture sous dictée de non-mots est très déficitaire. Les productions orthographiques erronées obtenues ne correspondent souvent pas à une transcription phonologiquement acceptable (i.e., commémorer → coménoré, chlorophylle → cholophyle).

La deuxième grande classe de dyslexie est la « dyslexie de surface ». Elle a été évoquée chez des sujets dont les performances se caractérisent par des difficultés importantes en lecture de mots irréguliers alors que la lecture des mots réguliers et celle des non-mots est relativement préservée. Par exemple, Castles (1996) décrit le cas d'un garçon de 9 ans, qui lit correctement 87% des mots réguliers qui lui sont présentés et seulement 27% des mots irréguliers, présentant sur cette épreuve une performance nettement inférieure à celles de sujets contrôles de même âge chronologique. Sa performance en lecture de non-mots est par contre identique à celle obtenue en lecture de mots réguliers. Les erreurs relevées sur les mots irréguliers sont pour la plupart, des régularisations dues à l'application systématique de règles de transcodage graphème-phonème (i.e., « tabac » → /tabak/). Les enfants présentant ce type de dyslexie, rencontrent aussi des difficultés majeures pour définir des homonymes : quand on leur présente par écrit les mots « voie » et « taire », par exemple, ils auront tendance à leur attribuer le sens « la voix du chanteur » et « la terre qu'on cultive » associant spontanément la forme phonologique dérivée du mot à son sens le plus fréquent. Concernant la production écrite, les difficultés sont similaires à celles mises en évidence en lecture, l'écriture sous dictée de mots irréguliers et complexes étant sélectivement perturbée. Ce qui caractérise la production écrite ici est le fait que les mots sont écrits comme ils se prononcent (i.e., pharmacie → farmassi).

D'autres sous-types de dyslexies ont été également évoqués tels que : la dyslexie mixte, associant les difficultés de la dyslexie de surface et celles de la dyslexie phonologique (Sprenger-Charolles, Colé, Lacert, & Serniclaes, 2000), la dyslexie profonde, caractérisée par une atteinte concernant la voie d'assemblage avec production d'erreurs sémantiques (Stuart & Howard, 1995) et les dyslexies périphériques, joignant des troubles visuo-attentionnels (Campolini, Van Hovell, & Vansteelandt, 2000 ; Valdois, Gérard, Vanauld, & Dugas, 1995). Mazeau (2005) exprime qu'il existe des dysorthographies « pures », isolées, souvent de meilleur pronostic : « Il s'agit en général de dysorthographies visuelles, chez des enfants dont les procédures oculomotrices sont suffisamment efficaces pour que la lecture (essentiellement par assemblage) se fasse dans des conditions acceptables de vitesse et d'accès au sens ou présentant des troubles mnésiques » (p.252). Ce sont souvent de moyens lecteurs, qui lisent peu, n'y prennent aucun plaisir, se fatiguent vite, mais ont un rendement suffisant pour une scolarité sans problème majeur.

Ces anciennes classifications du DSM-IV ne sont pas aussi simples quand on est face à un enfant bilingue : les troubles peuvent varier en fonction de chaque langue et de sa structure.

3.1.2- La dyslexie-dysorthographie en langue arabe :

Des études ont été également effectuées auprès d'enfants arabophones dyslexiques ; celles-ci ont surtout mis en évidence des dyslexies périphériques. Friedmann et Haddad-Hanna (2012) ont effectivement mené une étude pour voir l'effet de la forme des lettres sur les erreurs des dyslexiques en lecture arabe. Les auteurs ont ainsi évoqué la notion de « Letter Position Dyslexia » qui est une dyslexie périphérique causée par un déficit sélectif de la position de la lettre, entraînant « la migration » des lettres dans les mots, (principalement celles qui sont en position médiane). Par exemple, تهمل → تمهل (thml → tmhl) (signification en français : négligé → ralentir). L'orthographe arabe est particulièrement intéressante pour l'étude de ce type de dyslexie parce que les lettres arabes ont différentes formes dépendamment de leurs positions dans le mot (cf. Annexe VI). Les résultats ont indiqué que les erreurs concernent majoritairement des lettres qui ne changent pas de forme en changeant de place, comme dans l'exemple précédent. Friedmann, Biran et Gvion (2012) ont mené une autre

étude auprès d'enfants présentant une « dyslexie visuelle ». Les types d'erreurs mis en évidence comprennent surtout des migrations, des omissions, des additions et des substitutions de lettres au sein des mots (cf. Tableau 1). Ces erreurs peuvent également concerner les voyelles longues en arabe, ce qui rejoint l'étude qui a été menée en hébreu par Khentov-Kraus et Friedmann (2011).

Tableau 1 : Exemples d'erreurs visuelles effectuées par des participants arabophones dyslexiques (Friedmann, Biran, & Gvion, 2012).

Arabic	Graphemic transcription	Phonemic transcription	Translation
Migration			
وزير → وزير	WZYR → WZRY	Wazi:r → wazri:	minister → nonword
معطف → مطعف	MʕʕF → MʕʕF	miʕʕaf → miʕʕaf	coat → non word
أمل → ألم	AML → ALM	?amal → ?alam	hope → pain
Omission			
أكلت → أكلت	AKLT → AT	?akalat → ?at	she ate → nonword
دي فادي → دي	FADY → DY	fa:di → di	name → nonword
مجد → مجدي	MJDY → MJD	majdi → majd	name → name
Addition			
جاءت → جاء	JA? → GA?T	ja:? → ja:?at	he came → she came
ضصور → صور	ʕWR → DʕWR	ʕu:r → ʕa ʕu:r	pictures → nonword
شعر → شر	ŠR → ŠʕR	šar → šaʕr	evil → hair
Substitution			
عرب → ضرب	ʕRB → ʕRB	ʕarb → ʕarab	beating → Arabs
كتاب → كتان	KTAN → KTAB	Kitta:n → kita:b	linen → book
كتم → كرم	KRM → KTM	karm → katam	generosity → mute

Ce type de dyslexie en arabe est en lien avec la dyslexie attentionnelle où les erreurs correspondent le plus souvent à des erreurs visuelles : migration de lettres lors de la présentation simultanée de deux mots (e.g., bol fin → bon fin) ou identification d'erreurs de concaténation (e.g., body shot → boot) (Stark, 1996). Selon l'interprétation de Valdois (2005), si l'enfant présente un dysfonctionnement visuo-attentionnel ne permettant pas une distribution homogène initiale de l'attention sur la séquence du mot, alors certaines des lettres du mot écrit apparaîtront comme plus saillantes que d'autres (e.g., « maison » perçu « MAisoN »). La nature des lettres saillantes pourrait varier lors des différentes rencontres avec ce même mot (e.g., « MAisoN » « MaIsoN » « maISoN »). Le sujet n'a donc pas une représentation stable du mot pour le renforcer et le mémoriser. Ce type de déficit empêche

l'enfant d'acquérir des connaissances lexicales spécifiques et de se construire un système de lecture compétent, ce qui remet en évidence l'existence de troubles visuo-attentionnels chez certains dyslexiques.

Ces différentes classifications de dyslexies qui figuraient dans le DSM-IV (1994) ont disparu avec l'apparition du DSM-V en 2013. Le terme « troubles spécifiques des apprentissages » ou plus précisément « troubles spécifiques du langage écrit » (TSLE) est devenu plus utilisé dans la littérature, englobant tous les troubles (quels que soient leur type et leur degré de sévérité). Le DSM-V, dans sa définition, dépasse alors l'idée de typologie des dyslexies, et considère que tous les enfants présentent les mêmes difficultés mais à des degrés différents dans un domaine ou dans un autre. Enfin, vu que l'ancienne typologie est vaste et compliquée avec ses diverses variables, le terme « Dyslexie » tout court, reste toujours une nomination alternative utilisée pour désigner les troubles des apprentissages caractérisés par des problèmes au niveau de la correction ou de la reconnaissance des mots écrits, par un décodage déficitaire et par des habiletés orthographiques troublées. Il serait éventuellement important de préciser s'il y a d'autres difficultés au niveau de la compréhension de l'écrit ou au niveau du raisonnement logico-mathématique.

3.1.3- Les TSLE : les concepts actuels :

Les critères des TSLE sont exposés sous une autre optique dans le DSM-V. La prévalence et les degrés de sévérité sont également détaillés dans ce manuel. Schulte-Körne (2014) synthétise ce que le DSM-V a apporté comme changements dans la classification et dans les recommandations pour le diagnostic des troubles spécifiques des apprentissages. La dyslexie-dysorthographe et la dyscalculie ont été réintroduites sous une autre forme : troubles de la lecture, de l'expression écrite et des mathématiques. Trois sous-composantes du trouble de la lecture sont différenciées : la précision de la lecture des mots, la vitesse et la compréhension de la lecture. Concernant la production de l'écrit : la précision de l'orthographe et de la grammaire, la ponctuation, la clarté ainsi que l'organisation de l'expression écrite sont prises en compte. Dans la rubrique des troubles mathématiques, quatre sous-compétences doivent être examinées : le sens du nombre, la mémorisation des faits arithmétiques, le calcul précis ou fluide et le raisonnement mathématique. Toujours selon le DSM-V, les trois troubles

spécifiques sont fréquents (prévalence : 5% - 15%). Ils surviennent tôt durant les premières années de scolarité et peuvent persister jusqu'à l'âge adulte. Le caractère persistant est défini comme une évolution limitée des apprentissages pendant une durée d'au moins de 6 mois et cela malgré les aides supplémentaires fournies à la maison ou à l'école. Concernant le degré de sévérité, le spectre des TSLE, englobant les troubles de la lecture et de l'orthographe, irait du retard simple aux troubles sévères des apprentissages. C'est un continuum quantitatif de sévérité. En effet, les mêmes types d'erreurs sont retrouvés dans le développement typique (monolingue ou bilingue). On parle de pathologie lors de la persistance des troubles. Donc, ce n'est pas l'erreur ou la production qui est distinctive, mais plutôt l'âge auquel les troubles apparaissent (Rice, Levy, & Schaeffer, 2003). Des seuils administratifs ont été déterminés afin de mettre en évidence la sévérité du trouble, allant de -1 Ecart-Type (ET) à -2.5 ET (en fonction du test utilisé). Dans le cas de troubles sévères touchant plusieurs domaines académiques, l'individu a peu de chance d'acquérir les habiletés sans une prise en charge individuelle, spécialisée et intensive pendant la plupart des années scolaires. Malgré les adaptations ou les aides fournies à l'école, au travail ou à la maison, les activités peuvent ne pas être accomplies efficacement. Le DSM-V précise également que le diagnostic des TSLE est basé sur un recueil de plusieurs données, y compris les antécédents médicaux, l'entrevue clinique, le rapport de l'école, l'évaluation de l'enseignant, les échelles d'évaluation et les tests psychométriques. Les troubles peuvent être accompagnés d'un déficit intellectuel ou d'un déficit visuel ou auditif non corrigé. Un trouble neurologique, un problème psychosocial, un manque d'aptitude dans la langue d'apprentissage ou un apprentissage inadéquat peuvent également entraîner des TSLE. Alors retard et/ou trouble sont regroupés dans la même classe « Troubles spécifiques du langage écrit » selon les concepts actuels.

D'autres types de dysfonctionnements peuvent être associés aux TSLE tels que : les dysfonctionnements des facteurs instrumentaux (e.g., les troubles de la motricité, du schéma corporel, de la latéralité et de l'organisation spatio-temporel), les dysfonctionnements des mécanismes de base (e.g., les troubles de la conscience phonologique et de la dénomination rapide) et les dysfonctionnements cognitifs (e.g., les troubles de la MdT et de l'attention). C'est à partir de ce constat que les différentes hypothèses causales des TSLE se sont développées.

3.2- Les hypothèses causales des TSLE :

Les recherches sur les troubles d'apprentissage ont également pour objectif de comprendre l'origine de ces troubles. Leur démarche a essentiellement consisté à déterminer quels sont les déficits cognitifs associés aux difficultés de lecture et d'orthographe, afin de soutenir l'hypothèse d'un lien causal entre ces troubles cognitifs, exécutifs et les troubles du langage écrit, parallèlement aux travaux neuro-anatomo-pathologiques.

3.2.1- La théorie d'un déficit phonologique :

Parmi les troubles présents chez les enfants TSLE, le trouble phonologique est le premier observé. Wimmer, Landerl, Linortner et Hummer (1991) affirment qu'un déficit phonologique pourrait être à l'origine des troubles d'apprentissages. Cette hypothèse a été maintenue par d'autres études (Snowling, Goulandris, Bowlby, & Howell, 1986) citées par Valdois (1996), montrant l'existence de troubles de langage chez les sujets dyslexiques (troubles de la dénomination, retard de langage associé) et notamment des troubles au niveau de la répétition orale. Ces troubles peuvent se manifester dans la répétition de mots longs ou peu fréquents (comme spectacle, kiosque, hélicoptère) et surtout dans la répétition de non-mots (comme « sartoféca » ou « cracodèle »). Selon ces auteurs, il semble que ces troubles de la répétition ne soient pas liés à des difficultés perceptives ou articulatoires et traduiraient plutôt l'incapacité des sujets à segmenter en phonèmes le stimulus entendu. Des difficultés liées à la MdT ont été également interprétées comme reflétant un trouble phonologique sous-jacent. Une étude effectuée par Landerl et al. (2013) auprès de 1138 contrôles et 1114 enfants dyslexiques sur six langues différentes qui varient en leur transparence (le finlandais, l'hongrois, l'allemand, l'hollandais, le français et l'anglais), a montré que la probabilité de présenter une dyslexie pour les enfants avec trouble phonologique est plus forte dans les langues opaques, par manque de pratique au niveau de la procédure de conversion graphème-phonème. D'autres recherches ont été effectuées dans ce domaine sur la langue arabe. Abu Rabia et Taha (2006) ont sélectionné 288 élèves de la CP à la classe de brevet pour participer à leur étude. Ils ont présenté neuf listes de mots pour tester leurs compétences en orthographe. Leurs erreurs orthographiques ont été analysées par catégories. Les erreurs les plus fréquentes étaient phonologiques. De plus, les résultats n'indiquent

pas de différences significatives dans les pourcentages d'erreurs phonologiques entre les différentes classes. Une étude tunisienne plus récente (Batnini & Uno, 2015) a comparé des enfants à développement typique aux enfants présentant des troubles d'apprentissage de la classe de CE2, afin de détecter les caractéristiques des prédicteurs cognitifs qui contribuent à identifier les difficultés de langage écrit chez les enfants arabophones. Dans leurs résultats, le traitement phonologique était un fort prédicteur de la capacité de lecture et d'orthographe des mots en langue arabe.

A part ces études qui mettent en évidence un déficit phonologique, d'autres travaux anatomiques effectués depuis les années 80 jusqu'à nos jours tentent de cerner les causes biologiques des troubles à ce niveau. Une étude citée par Robichon (1996), effectuée par Geschwind et Levitsky (1968), a mis en évidence des anomalies cérébrales au niveau macroscopique. Ils ont en effet montré qu'il existe une symétrie, ou plutôt une absence d'asymétrie droite-gauche dans 100% des cas d'enfants dyslexiques-dysorthographiques, alors qu'elle n'est que de 30% dans la population générale « normale ». Un autre résultat a été mis en évidence par Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz et Geschwind (1985) dans le cas de symétrie de lobes chez les dyslexiques : les chercheurs ont remarqué que la taille du lobe temporal droit est accrue alors que celle du lobe gauche est réduite par rapport à une population saine. Ceci témoignerait d'une survivance excessive de neurones, ce qui signifie que l'élimination de ces cellules en excès serait défectueuse chez les dyslexiques. Une corrélation a pu être dressée entre la symétrie des lobes et le déficit phonologique présent chez certains enfants dyslexiques. Une étude plus récente, effectuée par Peterson et Pennington (2015), a montré que la dyslexie est causée par de multiples facteurs de risque génétiques et environnementaux. Toujours selon leur étude, au niveau du cerveau, la dyslexie est associée à un dysfonctionnement dans les réseaux de lecture/langage de l'hémisphère gauche, impliquant des déficits de traitement phonologique ainsi que des faiblesses dans d'autres compétences en langage oral et en vitesse de traitement.

Bien que certains travaux aient tenté de fournir une explication causale aux troubles du langage écrit, il semble que les causes soient bien plus complexes et multidimensionnelles, impliquant d'autres types de déficits.

3.2.2- La théorie d'un déficit magnocellulaire :

Robichon (1996) cite Galaburda qui, à travers ses études (Galaburda & Eidelberg, 1982 ; Galaburda & Kemper, 1979 ; Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz, & Geschwind, 1985) confirme et précise des anomalies structurelles au niveau neuro-anatomique : l'examen sur trois puis cinq cerveaux de dyslexiques a mis en évidence un cortex anormalement polymicrogyrique (contenant beaucoup de microcirconvolutions) dans le lobe temporal gauche correspondant aux aires du langage de la région de Wernicke. Des ectopies neuronales (emplacements anormaux des neurones) ont été également relevées dans le cortex gauche. L'architecture habituelle de ce dernier est désorganisée à cause d'une dispersion anarchique des neurones depuis la matière blanche sous-jacente jusqu'au cortex cérébral. Selon les travaux de Galaburda (déjà précités), la formation de ces ectopies et des polymicrogyries serait le résultat d'une perturbation survenue pendant la période la plus tardive de la migration neuronale normale qui débute vers la huitième semaine de grossesse et qui dure jusqu'à la vingtième semaine de grossesse. Ensuite, Galaburda et Livingstone (1993) ont mis en évidence un autre type d'anomalies microscopiques, non plus au niveau du cortex, mais au niveau sous-cortical, plus précisément au niveau des noyaux du thalamus (cf. Annexe VII) liés aux deux voies : visuelle (noyau géniculé latéral NGL) et auditive (noyau géniculé médiant NGM). Le système visuel est constitué principalement de deux voies distinctes, débutant au niveau de la rétine, mais plus facilement repérable au niveau des NGL (cf. Annexe VIII) : la première voie « magnocellulaire » est sensible aux informations visuelles rapides et imprécises et la deuxième voie « parvocellulaire » est sensible aux informations lentes et précises. Cette dernière code aussi les couleurs. Morphologiquement, les magnocellules apparaissent plus grandes que les parvocellules. Dans leur étude, ces chercheurs ont mis en évidence un dysfonctionnement de la voie magnocellulaire chez les enfants dyslexiques-dysorthographiques : les magnocellules présentent une nette atrophie morphologique. De plus, la disposition des cellules en couches est anormale dans les deux systèmes, magno et parvo-cellulaire. En ce qui concerne la voie auditive, des anomalies du NGM ont été trouvées chez ces mêmes enfants. Les tailles et les distributions des différents neurones constitutifs des NGM ont été mesurés à droite et à gauche. Normalement, les gros neurones sont présents en plus grande quantité à gauche, alors que les petits neurones se trouvent dans le NGM

droit. Cependant, chez les dyslexiques, les gros neurones prédominent dans le NGM droit. Récemment, Giraldo-Chica et Schneider (2018) ont étudié les différences hémisphériques au niveau du NGL, lié au système visuel, chez les sujets dyslexiques par rapport aux sujets à développement typique. Les chercheurs ont fait la moyenne de plusieurs volumes d'imagerie par résonance magnétique (IRM) pour mesurer en détails les limites anatomiques du NGL dans chaque hémisphère. Ils ont observé des asymétries hémisphériques dans l'orientation du noyau chez les sujets dyslexiques, absentes chez les témoins. Ils ont également trouvé des différences dans la localisation du NGL entre les hémisphères chez les témoins mais pas chez les sujets dyslexiques. Pour ces auteurs, les conséquences fonctionnelles de ces différences ne sont pas connues. Ils expriment également qu'il n'est pas clair si ces différences sont parmi les causes ou les effets de la dyslexie. De même, avec le développement des techniques d'imagerie médicale, les travaux de Jernigan, Hesselink, Sowell et Tallal (1991) ont montré des asymétries dans les régions préfrontales et dans les régions occipitales en faveur du côté droit. De même, la taille du Gyrus angulaire droit (dans le lobe pariétal) est supérieure à celle du côté gauche. Leonard et al. (1993) expliquent qu'il y a un « déplacement de matière cérébrale » de la berge temporale vers la berge pariétale. Selon eux, ce déplacement cérébral pourrait entraîner un développement exceptionnel des aptitudes visuo-spatiales parfois signalées chez les dyslexiques. Parmi les hypothèses physiopathologiques sur l'origine de la dyslexie-dysorthographe, certaines études également citées par Robichon (1996) (e.g., Best, 1985 ; Glastone, Best, & Davison, 1989 ; Gross-Glenn & Rothenberg, 1984) ont mis en évidence une communication défectueuse entre les hémisphères droite et gauche, à cause d'un dysfonctionnement du corps calleux.

Toutes ces théories descriptives des bases biologiques liées au traitement visuel ont été exploitées, plus récemment, dans le cadre du déficit visuo-attentionnel.

3.2.3- La théorie d'un déficit visuo-attentionnel :

La théorie de Bosse, Tainturier et Valdois (2007) met en évidence un déficit visuel/attentionnel : celle-ci concerne le trouble visuel magnocellulaire, le déplacement attentionnel ralenti, le déficit de l'empan VA et l'encombrement perceptif. Le trouble magnocellulaire entraîne un déficit des traitements visuels de bas niveau (i.e., persistance visuelle, sensibilité

aux contrastes, perception du mouvement) et donc des troubles du langage écrit (Boden & Giaschi, 2007). Dans le cadre de la lecture, la notion d'empan VA renvoie au nombre de lettres du mot qui peuvent être identifiées au cours d'une seule fixation. Néanmoins, cette notion est plus large et pourrait concerner tant des lettres (Valois et al., 2003) que des chiffres (Hawelka & Wimmer, 2005) et même éventuellement d'autres types de séquences (couleurs ou symboles par exemple). Selon ces auteurs, l'empan VA est aussi lié à la vitesse de la lecture. Un trouble à ce niveau entraîne un traitement partiel de la séquence de lettres, un problème de mémorisation et une réduction de l'objet à traiter, ce qui implique des troubles de lecture et d'orthographe. Une étude effectuée par Lobier, Zoubrinetzky et Valdois (2012) a également démontré que le trouble de l'empan VA n'est pas seulement lié au traitement des lettres : le déficit est mis en évidence pour le matériel verbal et s'étend aussi aux tâches non verbales.

En somme, les troubles qui découlent de ces différentes théories explicatives liées aux déficits phonologique, magnocellulaire et visuo-attentionnel (troubles au niveau de la MdT et de l'attention auditive et visuelle) peuvent être regroupés sous le spectre des déficits des fonctions exécutives.

3.2.4- Les déficits des fonctions exécutives :

Plusieurs hypothèses lient les troubles de lecture et d'orthographe aux déficits des FE (l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification) chez les enfants TSLE. Menghini et al. (2010) ont souligné que la dyslexie est un déficit multifactoriel : les troubles du développement neurocognitif ne se limitent pas aux seules aires cérébrales du langage, mais impliquent un système cortical multifocal, dont le cortex frontal, siège des FE. Ainsi, l'atteinte de ces fonctions chez un enfant présentant des troubles en lecture ou en orthographe sera un handicap supplémentaire à la compensation de son trouble et à l'acquisition des nouveaux apprentissages (Thibault & Pitrou, 2012). Selon Swanson (2000), les FE sont considérées comme un facteur contribuant à la dyslexie, car les personnes affectées éprouvent des difficultés d'organisation, d'automatisation et d'intégration de processus multiples.

En parlant d'abord de l'attention et de l'inhibition, Reiter, Tucha et Lange (2005) ont montré à travers le *test de Stroop* (Stroop, 1935) que les enfants TSLE étaient plus lents dans le traitement des couleurs et la lecture des mots et dans les conditions d'inhibition. En 2017, Alahmadi a effectué une recherche pour étudier le contrôle cognitif des enfants TSLE par rapport aux enfants à développement typique. Le test classique «*Go/No-Go*» (connu pour la mesure de l'inhibition motrice) a été utilisé. Un électroencéphalogramme (EEG) a parallèlement mesuré le temps de réaction des enfants et les réponses aux stimuli du «*Go*» et du «*No-Go*». Les résultats ont mis en évidence des réactions plus lentes chez les enfants TSLE, avec des erreurs d'omissions liées au stimulus «*Go*». Durant l'action d'inhibition les résultats de l'EEG ont aussi montré un déficit de l'activation neuronale dans les zones frontales du cerveau des enfants TSLE, ce qui n'est pas le cas chez les enfants à développement typique. Selon Alahmadi, cela est probablement la conséquence d'un retard de maturation du cortex frontal. Schuchardt et Mahler (2016) expriment de leur part que la comorbidité avec le TDA/H (trouble ou déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité) est à prendre en compte dans le cadre des troubles d'apprentissage. Les auteures évoquent également des études qui mettent en évidence que les enfants TSLE (sans TDA/H) présentent spécifiquement un trouble dans le processus de mise à jour. Elles soulignent que les FE doivent être évaluées dans le processus de diagnostic des troubles d'apprentissage, afin de rendre le traitement individuel plus efficace à l'école et dans les séances de rééducation. Une étude portugaise (Alves, Casella, & Ferraro, 2016) a assemblé trois groupes d'enfants : enfants à développement typique, enfants TSLE et enfants TSLE avec TDA/H, appartenant aux classes CE2, CM1 et CM2. Leurs compétences en orthographe ont été évaluées grâce à une tâche de dictée de mots normalisée. Leurs résultats ont montré que le troisième groupe d'enfants (TSLE avec TDA/H) a présenté les performances les plus faibles par rapport aux deux autres groupes. Kallitsoglou (2018) a ciblé les troubles du comportement en lien avec les troubles d'apprentissage. L'étude a été effectuée sur quatre groupes d'enfants âgés entre 7 et 8 ans. Le premier groupe présente uniquement un trouble du comportement, le second présente des enfants faibles lecteurs, le troisième comprend des enfants faibles lecteurs avec un trouble du comportement et le quatrième groupe rassemble des enfants à développement typique. Le quotient intellectuel, la lecture, l'inhibition, la MdT ainsi que la planification ont été évalués. Les résultats montrent que le troisième groupe (faibles lecteurs avec un trouble

du comportement) reflète les plus bas scores aux tests FE notamment au niveau de la MdT et de la planification. Walda, Van Weerdenburg, Wijnants et Bosman (2014) ont également montré qu'il existe une corrélation entre la MdT et la lecture et l'orthographe chez les enfants TSLE. Majerus et Cowan (2016) rajoutent qu'une altération de la mémoire verbale à court terme d'une série est fréquemment rapportée chez les enfants TSLE et chez les adultes ayant des antécédents de troubles d'apprentissages. Cette altération semble se produire pour la rétention de l'information de séquence verbale et visuo-spatiale. Brandenburg, Kleszczewski, Fischbach, Schuchardt, Büttnez et Hasselhorn (2015), quant à eux, ont dissocié entre lecture et orthographe en effectuant leur étude sur la langue allemande, qui est considérée comme une langue transparente. La MdT a été évaluée chez 204 élèves en CE2. Les enfants avec une déficience orthographique souffraient de troubles de la boucle phonologique plus prononcés que ceux avec un handicap de lecture. En revanche, un dysfonctionnement exécutif central lié à la MdT était uniquement associé aux troubles de lecture, selon leurs résultats.

D'autres études ont pris en compte, en plus de l'inhibition et de la MdT, la flexibilité et la planification dans l'évaluation des FE. Par exemple, les études de Condor, Anderson et Saling (1995) et de Mati-Zissi, Zafiropoulou et Bonoti (1998) ont mis en évidence une réduction des capacités de fluence et de catégorisation (liées à la flexibilité) et un déficit au niveau de la planification chez les enfants TSLE. Ces études ont également prouvé des faiblesses dans le raisonnement logique et dans l'adaptation d'une stratégie cognitive en fonction des modifications de l'environnement. Altemeier et al. (2008) ont également rapporté des dysfonctionnements exécutifs sur les tâches d'inhibition, de flexibilité mentale, d'organisation et d'automatisation chez des enfants TSLE des classes primaires. En effet, leurs performances dans les épreuves d'inhibition et de flexibilité sont nettement plus faibles que chez les enfants à développement typique. Ils ont aussi tendance à avancer des réponses automatiques, reflétant un déficit exécutif. Helland et Asbjørnsen (2000) ont comparé un groupe de 20 enfants TSLE à un autre formé de 20 enfants à développement typique (ayant tous un quotient intellectuel normal) dans des tâches ciblant les différentes composantes exécutives. Leurs résultats ont montré chez les TSLE « des troubles significatifs » par rapport au groupe contrôle au niveau de l'attention visuelle et auditive, du contrôle inhibiteur, de la MdT, de la flexibilité et de l'utilisation de stratégies.

En somme, la production écrite est loin d'être « simplement » la traduction graphique de l'oral. Elle réclame des traitements spécifiques, qui se révèlent insuffisants ou déviants chez les enfants TSLE surtout au niveau des FE précitées. Les tests et les batteries d'évaluation du langage écrit et des habiletés cognitives sous-jacentes, qui existent à l'échelle internationale, permettent soit un dépistage soit un diagnostic des troubles spécifiques du langage écrit chez les enfants d'âge scolaire.

3.3- L'évaluation de l'orthographe et la typologie des erreurs en français et en arabe :

Paradis, Genesee et Crago (2011) affirment que le bilinguisme n'augmente pas le risque des troubles au niveau de la lecture. Selon ces auteurs, l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe en langue seconde (L2) est généralement similaire à celui de la langue première (L1). Les capacités de décodage et d'orthographe en L1 prédisent les capacités de l'enfant en L2. Si les apprenants L2 diffèrent des apprenants qui lisent ou qui écrivent dans leur L1, c'est parce qu'ils sont toujours entrain d'apprendre des aspects importants du langage oral. Quand il y a un déficit, il est marqué dans les deux langues (Valdois et al., 2014). La transparence de la langue joue aussi un rôle au niveau du langage écrit : le déficit est peu marqué en score mais il est plus important sur les temps, alors que pour les langues opaques, le déficit est apparent en score et en temps (Bosse, Tainturier & Valdois, 2007).

3.3.1- Les modalités d'évaluation de l'orthographe :

Guimard (2003) suggère plusieurs modalités d'évaluation concernant l'orthographe, quelle que soit la langue du sujet, et notamment les dictées de logatomes, de mots, de phrases ou de textes. Rey et Sabater (2003) expriment dans ce contexte que la dictée-test est la seule technique qui permet d'apprécier toutes les particularités de l'orthographe de l'enfant en un minimum de temps. Une autre modalité d'évaluation concerne les items de complétion ou de correction de phrases (Guimard, 2003). Il s'agit de questionnaires à choix multiples destinés à évaluer rapidement le niveau de connaissance que le sujet a sur la langue écrite. Vient par la suite l'évaluation à travers la rédaction d'un court texte (le thème sera soit libre,

soit suggéré). Néanmoins, les résultats restent difficiles à apprécier quantitativement car la qualité de la rédaction peut varier d'un individu à l'autre. Ce type d'évaluation ne signe une éventuelle pathologie que dans des cas extrêmes, où le message est tellement affecté par les erreurs orthographiques. L'évaluation de la production de textes écrits n'est que rarement utilisée car c'est principalement l'aspect morphosyntaxique qui est pris en considération. Enfin, Pothier (1996) a évoqué d'autres types d'évaluation orthographiques qui peuvent également être utilisés dans le cadre scolaire, tels que la dénomination écrite d'images, l'écriture spontanée, la description d'images, le texte à trous ou encore le rappel écrit d'un texte que l'enfant vient de lire.

3.3.2- La classification des types des erreurs :

Suite à la passation de tests orthographiques précis, vient l'analyse des erreurs produites par l'enfant qui permet de repérer les stratégies utilisées pour écrire et d'évaluer ses capacités et ses difficultés dans les différentes langues.

3.3.2.1- Pour la langue française :

Les erreurs sont classées pour la langue française selon les catégories suivantes qui sont théoriquement inspirées de Borel-Maisonny (1951) et largement employées aujourd'hui dans les tests orthophoniques visant l'évaluation de l'orthographe :

La première catégorie est celle des **erreurs de l'orthographe lexicale ou d'usage**. Celles-ci portent atteinte à la forme graphique du mot et non à sa forme auditive. Ces erreurs à elles seules ne sont pas pathologiques car une fois l'attention et la rétention éduquées, elles disparaissent en grande partie. Les erreurs d'usage comprennent les simplifications des redoublements de consonnes, les substitutions de consonnes ou de voyelles (comme k/qu/c, an/en, au/eau/o) ainsi que les ajouts, omissions ou substitutions des lettres muettes. Les difficultés touchent également les mots invariables, les adverbes, les prépositions et les subordonnants qui ont une forme inchangée. Il serait nécessaire de prendre en compte les critères liés aux caractéristiques du mot afin de mettre en évidence la ou les stratégies utilisées par le sujet (Mazeau, 2005):

- Mots réguliers comme « table » versus mots irréguliers comme « poêle ».
- Mots simples qui respectent la correspondance son-lettre comme « caméra » versus mots complexes qui comprennent des graphèmes ou des lettres muettes ...
- Mots courts comme « lac » versus mots longs comme « électricité ».
- Mots fréquents comme « fleur » versus mots rares comme « faon », qui peuvent être traités par l'enfant comme des non-mots sans accès sémantique.

La seconde catégorie est celle des **erreurs phonétiques** qui, selon Bellone (2003), « sont assez fréquentes dans les cas de bilinguisme, elles se manifestent aussi chez des sujets insuffisamment scolarisés ou influencés par des habitudes locales ou propres à un milieu socioculturel donné. Elles peuvent exister chez des sujets présentant des séquelles de retard de parole mal résorbé ou une incoordination psychomotrice à des degrés divers et, si elles sont tenaces, être le signe d'une dyslexie-dysorthographe nécessitant une rééducation orthophonique » (p.117). Les erreurs constatées changent le phonétisme des mots utilisés. Elles sont divisées en deux sous-groupes. Le premier, concerne les erreurs perceptives qui peuvent être auditives ou visuelles comprenant : des substitutions (dues aux confusions), des omissions-simplifications, des ajouts de lettres, ainsi que des incertitudes visuelles concernant l'écriture cursive (le nombre de jambages : m/n, les formes proches : a/o, l/b..., la boucle du v dans l'association ve...). Des bouleversements dans l'ordre des lettres au sein du mot peuvent être aussi observés. Le deuxième sous-groupe concerne les erreurs dites de « règle de lecture » : elles résultent d'une acquisition approchée des mécanismes de lecture. Les règles contextuelles ne sont pas maîtrisées, l'enfant confond alors entre : s/ss, c/ç, g/gu/ge, ill/y... Le «e» suivi d'une consonne isolée ou d'un redoublement de consonnes au sein du mot est remarqué : jette → jete. L'utilisation erronée des accents ou leur non-utilisation aboutit aussi à des erreurs phonétiques : école → ecole. Ce type d'erreur est dû à un manque de contrôle exécutif (Bedoin & Médina, 2014).

La troisième catégorie est celle des **erreurs grammaticales**, qui comprennent les erreurs concernant les homonymes et les homophones, les erreurs de morphologie verbale (i.e., les confusions au niveau des terminaisons des verbes, par exemple : il clouais, il boie,

vous avez fait) et les erreurs d'accord en genre et en nombre au niveau des noms et des adjectifs (i.e., non-application ou application erronée des règles d'accord). La structure syntaxique peut aussi être source d'erreurs (par exemple, dans le cas des sujets post-posés aux verbes).

La dernière catégorie est celle des **erreurs de segmentation** des mots dans la phrase (quelle que soit la langue). Ces erreurs sont les plus importantes puisqu'elles portent atteinte à la compréhension et à la construction de la phrase. Si elles sont fréquentes, elles peuvent être le signe d'un TSLE.

Ces quatre catégories regroupent tous les « symptômes » qui existaient dans l'ancienne classification de dyslexies du DSM-IV, où nous avons spécifiquement retenu la dyslexie phonologique (liée à la stratégie d'assemblage) et la dyslexie de surface (liée à la stratégie d'adressage). Ces quatre catégories respectent également le nouveau concept des TSLE du DSM-V qui postule que tous les enfants présentent les mêmes types d'erreurs mais à des degrés différents, dans une langue ou dans une autre selon ses spécificités.

3.3.2.2- Pour la langue arabe :

Abu Rabia et Taha (2004) ont étudié les types d'erreurs au niveau de la lecture et de l'orthographe chez des dyslexiques arabophones. Ils ont classé les erreurs d'orthographe en sept catégories. Cette classification a été déduite à partir de l'analyse des erreurs lors d'une dictée de mots isolés vocalisés, de non-mots vocalisés et d'un texte vocalisé. Ainsi, les types d'erreurs observés sont les suivants :

- Erreurs phonétiques : elles concernent les confusions auditives entre son sourd/son sonore (e.g., $\text{كرب/أرب} \rightarrow t/d$), son emphatique/son non emphatique (e.g., $\text{يحرر/يحضر} \rightarrow d/\dot{d}$), voyelle longue/voyelle courte (e.g., $\text{دار/أر} \rightarrow a/\bar{a}$).
- Erreurs semi-phonétiques : l'orthographe du mot ne représente pas totalement sa forme phonologique et le mot écrit ressemble au mot cible. Ces erreurs sont caractérisées par des omissions, des additions ou des substitutions de phonèmes (e.g., وظيفة/وظيفة).

- Erreurs dysphonétiques : quand il existe plusieurs erreurs phonologiques dans le mot. Le mot transcrit est différent et n'a pas de sens (e.g., فكرة → (فرت)).
- Confusions visuelles (e.g., (تذكرت) → (تذكرت)).
- Erreurs de règles d'orthographe (ces règles seront détaillées dans le chapitre suivant).
- Omissions de mots dans une dictée de phrases.
- Omissions des mots fonctionnels.

Malgré l'existence de plusieurs catégories, les erreurs phonétiques en transcription dues à « une surcharge cognitive » selon les auteurs, prédominent et constituent 50% des erreurs dans les différentes classes (de la classe de CP jusqu'à la classe de brevet).

Nous pouvons alors dire que pour la langue arabe, selon la classification du DSM-IV, la dyslexie qui serait la plus fréquente est la dyslexie phonologique qui comprend toutes les confusions visuelles et auditives. Il serait donc intéressant de présenter une comparaison de ces deux langues (française et arabe), afin d'en dégager les points communs et les différences.

3.3.2.3- Comparaison des deux langues :

Pour une population arabe (monolingue ou bilingue), cette classification peut rejoindre celle du français (présentée précédemment), tout en sachant que les erreurs d'usage restent limitées dans la langue arabe. En effet, une comparaison directe des deux langues française et arabe a été effectuée dans le cadre du mémoire en vue d'obtention du diplôme d'orthophonie (Kechichian, 2006). L'étude a porté sur la dysorthographe et les différences qui pourraient exister au niveau des erreurs entre l'orthographe arabe et l'orthographe française dans les classes primaires CE1, CE2 et CM1. Trois groupes d'enfants TSLE libanais bilingues francophones ont été recrutés au Centre de Diagnostic et de Soins Orthophoniques de l'université Saint-Joseph, au CEMEDIP (centre médico-psycho-pédagogique) et dans divers cabinets privés. En l'absence de tests standardisés en arabe et en français au Liban, nous avons construit nos propres épreuves de dictée de

phrases, basées sur le programme scolaire libanais (Ministère de l'éducation nationale, 1997). Les passations se sont déroulées dans les centres et les cabinets privés. Suite à la saisie des données et au recueil des erreurs produites dans les écrits des enfants, nous sommes passés à la classification en élaborant une grille commune aux deux langues. Les erreurs ont été réparties selon quatre grands types : erreurs d'usage, erreurs phonétiques, erreurs grammaticales et erreurs de segmentation.

L'analyse des résultats (cf. Annexe IX) des trois groupes d'enfants a permis de montrer qu'il existe en premier lieu des différences qualitatives et quantitatives entre les deux langues au sein de chaque classe. Dans chacune des trois classes, les erreurs d'usage et les erreurs de segmentation sont plus nombreuses en français qu'en arabe. Cela semble être dû à l'irrégularité des mots qui existent en français et à la difficulté que trouve parfois l'enfant TSLE au niveau de la compréhension de certains groupes de mots au sein des phrases. Par contre, le nombre des erreurs phonétiques est plus élevé en arabe qu'en français, vu que c'est une langue phonétique qui est riche en sons auditivement proches (Taha & Khateb, 2013). Les confusions perceptives en arabe sont aussi dues aux nombreux graphèmes visuellement proches (e.g., ر/ز , ح/خ/ج). Ces résultats rejoignent ceux obtenus dans l'étude d'Abu Rabia et Taha (2004). Par rapport aux erreurs grammaticales, dans les classes CE1 et CM1, le nombre des erreurs en français est plus élevé que celui de l'arabe, la cause étant la présence des homophones et des diverses formes d'accords qui ne sont pas encore systématisés ni utilisés correctement par les enfants TSLE. En revanche, en CE2, les erreurs en arabe sont légèrement plus nombreuses que celles en français, car certaines règles particulières de la grammaire arabe sont acquises durant cette année scolaire (la « ة » dans le nom singulier et pluriel, le « alif allongé » et le « alif raccourci » dans le verbe...) et n'ont pas eu le temps d'être bien intégrées pour une orthographe correcte.

En second lieu, nous avons remarqué qu'il existe des points communs et des différences au niveau de chaque type d'erreurs, dans les deux langues, entre une classe et une autre. Entre la classe CE1 et la classe CE2, le taux des erreurs d'usage et celui des erreurs de segmentation en français et en arabe n'ont presque pas évolué d'une année à l'autre. Par contre, le nombre des erreurs phonétiques et grammaticales a augmenté dans les deux langues en CE2. Nous pourrions alors dire que les enfants commencent à rencontrer plus de contraintes

orthographiques en CE2 qu'en CE1 : les nuances phonétiques et les règles grammaticales deviennent plus nombreuses dans les deux langues. Entre la classe CE2 et la classe CM1, les erreurs d'usage, phonétiques et grammaticales sont devenues plus nombreuses en CM1 en langue française. Le taux des erreurs de segmentation n'a presque pas changé. En effet, les mots irréguliers deviennent plus nombreux et les règles de grammaire deviennent plus complexes dans cette langue. Par contre, en arabe, toutes les valeurs numériques ont diminué pour tous les types d'erreurs. Par rapport aux règles grammaticales arabes, elles ont été travaillées dans leur grande majorité durant les années précédentes. L'enfant, ayant alors intégré les notions les plus fréquentes, va faire moins d'erreurs à ce niveau. Les erreurs phonétiques restent toujours nombreuses, contrairement aux erreurs de segmentation et d'usage qui sont très rares en arabe.

Enfin, à partir de cette étude (Kechichian, 2006), nous avons tenté de voir les différences au niveau de l'orthographe entre ces deux langues et de mettre en relief l'évolution des enfants en difficultés dans ce domaine. Les enfants à développement typique pourraient avoir le même cheminement, avec quantitativement moins d'erreurs. En ce qui concerne la prise en charge orthophonique, il semble nécessaire d'axer le travail sur les aspects particuliers de chacune des deux langues. En d'autres termes, la rééducation doit surtout porter dans les classes CE1 et CE2 sur les capacités de décodage et de conversion phonème-graphème, l'arabe étant orienté dans cette optique-là. En développant la stratégie d'assemblage en arabe et en français, nous pourrions ainsi préparer l'enfant au passage à la stratégie d'adressage. Dans les classes supérieures, l'importance devrait être donnée à la rééducation du français vu que les difficultés relatives à cette langue apparaissent. Effectivement, en CM1 les règles grammaticales et les mots contenant des irrégularités deviennent nombreux.

Bilan général 3 :

Les problèmes orthographiques s'avèrent beaucoup plus persistants que les problèmes en lecture chez les enfants présentant des troubles d'apprentissage. A partir des recherches et des études de cas exposés dans la littérature, le DSM-IV (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 1994) a décrit les troubles de la lecture, de l'orthographe et les troubles de calcul séparément avec des critères diagnostiques spécifiques. Différents sous-types de dyslexie ont été évoqués dans sa classification telle que : la dyslexie phonologique (liée à la stratégie d'assemblage) et la dyslexie de surface (liée à la stratégie d'adressage). D'autres sous-types de dyslexies ont été également évoqués comme les dyslexies périphériques (joignant des troubles visuo-attentionnels) qui sont surtout repérées chez les sujets arabophones. Ces différentes classifications de dyslexies qui figuraient dans le DSM-IV (1994) ont disparu avec l'apparition du DSM-V en 2013. Le terme « troubles spécifiques des apprentissages » ou plus précisément « troubles spécifiques du langage écrit » (TSLE) est devenu plus utilisé dans la littérature, rassemblant tous les troubles (quels que soient leur type et leur degré de sévérité). Concernant le degré de sévérité, le spectre des TSLE irait du retard simple aux troubles sévères des apprentissages. On parle de pathologie lors de la persistance des troubles. Les travaux anatomiques effectués depuis les années 80 jusqu'à nos jours tentent de cerner les causes biologiques de la dyslexie-dysorthographe. Des anomalies structurelles corticales et sous-corticales ont été mises en évidence. A part la théorie qui se rapporte à un déficit phonologique, une autre met en évidence un déficit visuel/attentionnel chez les enfants TSLE se rapportant à un dysfonctionnement de la voie magnocellulaire du noyau géniculé latéral (en lien avec le système visuel). Les troubles qui découlent de ces différentes théories explicatives peuvent être regroupés sous le spectre des déficits des FE. En effet, dans ce contexte, des troubles au niveau de la MdT, de l'attention, de l'inhibition, de la flexibilité et de la planification ont été reportés chez les enfants TSLE, accompagnés ou non d'un trouble comportemental. Quand il y a un déficit en lecture ou en orthographe, il est marqué dans les deux langues chez les enfants bilingues. Suite à la passation de tests orthographiques précis, l'analyse des erreurs produites dans les deux langues peut s'effectuer à travers leur classification selon une grille commune (pour le français et l'arabe). Les erreurs peuvent être alors réparties selon quatre grands types : erreurs d'usage, erreurs phonétiques, erreurs

grammaticales et erreurs de segmentation. Les analyses élaborées à ce niveau montrent que les erreurs d'usage et les erreurs grammaticales sont plus nombreuses en français qu'en arabe, alors que les erreurs phonétiques restent dominantes en arabe, qui est considéré comme une langue transparente. Ces différences observées entre les deux langues devraient être également liées aux FE sous-jacentes. En effet, l'implication des différentes composantes « cold » a été prouvée dans l'orthographe de mots réguliers, irréguliers et dans l'application des règles grammaticales. L'évaluation et la prise en charge de ces composantes exécutives serait alors indispensable en cas de troubles. Par contre, l'enfant bilingue à développement typique, ayant tout le bagage cognitif et langagier nécessaire à la bonne évolution du langage écrit, devrait savoir s'adapter à un apprentissage scolaire explicite et formel dans les deux langues.

CHAPITRE 4

L'orthographe dans un milieu bilingue : Focus sur le contexte libanais

Dans le chapitre précédent, les difficultés que peuvent rencontrer les enfants monolingues ou bilingues au cours des apprentissages ont été présentées. L'orthographe est effectivement complexe du point de vue de la coordination entre le stockage et la récupération du vocabulaire d'usage, les conversions phonèmes-graphèmes, la segmentation des mots au sein des phrases et l'application correcte des règles grammaticales. Le type des erreurs peut varier d'une langue à une autre, dépendamment des caractéristiques de chacune d'elle. Le but de ce chapitre est de présenter les facteurs environnementaux liés aux apprentissages ainsi que les spécificités des deux langues les plus valorisées dans les écoles et les programmes scolaires libanais : le français et l'arabe. L'exposition de ces spécificités contribuera ainsi à faire des liens avec les processus cognitifs mobilisés lors de la production écrite. Les règles orthographiques qui doivent être acquises en CE1, CE2 et CM1, selon les programmes scolaires libanais (Ministère de l'éducation nationale, 1997), seront également développées par la suite.

4.1- Les facteurs environnementaux liés aux apprentissages :

Deux facteurs environnementaux affectent les apprentissages. Le premier est lié au contexte socio-culturel dans lequel l'enfant se développe et le second au bilinguisme.

L'apprentissage du langage écrit est influencé par des facteurs liés à l'environnement scolaire et social de l'enfant (Ecalte & Magnan, 2010). Le langage écrit n'est pas simplement un savoir scolaire, mais il s'agit d'une véritable activité de communication. Avant l'instruction formelle de la lecture et de l'orthographe à l'école, les interactions entre l'enfant et son environnement (ses parents) lui permettent de se familiariser avec le langage écrit. Selon ces mêmes auteurs, le degré d'exposition à l'écrit, qui varie en fonction du niveau socio-éducatif des parents, facilite l'apprentissage de la lecture et de l'écriture : les connaissances des enfants sur les écrits sont plus importantes lorsque le niveau socioprofessionnel des parents est élevé. La qualité des interactions familiales et l'importance accordée au langage écrit

jouent ainsi un rôle important dans l'acquisition de la lecture et des compétences associées. Billard et al. (2008) montrent que des enfants, faibles lecteurs et provenant d'un milieu socio-éducatif défavorisé, se comportent comme des dyslexiques puisqu'ils continuent à avoir, pendant deux années, des difficultés au niveau de la lecture et de l'orthographe.

Un autre facteur, le bilinguisme, particularité du contexte libanais, joue un rôle fondamental dans l'acquisition du langage écrit. Au Liban, le français et l'anglais sont enseignés dans la majorité des écoles et sont les langues utilisées dans les enseignements disciplinaires tels que les sciences et les mathématiques, en plus de l'arabe qui est la langue officielle du pays. La constitution libanaise dispose l'enseignement d'au moins une de ces deux langues étrangères à côté de l'arabe, suite à des décrets qui datent depuis 1926. Selon la dernière version des programmes du ministère de l'éducation nationale (1997), les enfants sont exposés à une L2 dès la maternelle, tout au long de la scolarisation. Cette L2 est la langue d'apprentissage des matières linguistiques (langage oral et écrit), scientifiques (sciences, mathématiques, chimie, ...) et parfois culturelles. Elle occupe le $\frac{3}{4}$ du temps scolaire alors que l'arabe n'en occupe que $\frac{1}{4}$ et est essentiellement consacré aux matières linguistiques et culturelles (histoire, géographie, éducation civile, ...). Ce découpage a été effectué dès l'introduction historique de l'éducation francophone au Liban depuis les années 1970, avec la création de l'organisation internationale de la francophonie. Le Liban en étant un membre, il a dû suivre ce programme pour l'obtention du Baccalauréat français et donc pour la reconnaissance de ses diplômes dans les différents pays membres de cette organisation. Le bilinguisme forme alors un facteur important dans le système éducatif libanais. Peu sont les études qui abordent les effets du bilinguisme sur le développement du langage écrit. Dans ce contexte, Besse, Marec-Breton et Demont (2010) montrent que les enfants bilingues sont particulièrement conscients du système écrit des langues, notamment du caractère invariable et arbitraire de la représentation écrite. Ils sont ainsi capables de mieux comprendre la différence des correspondances graphèmes-phonèmes entre les systèmes des différentes langues écrites. Pour Bialystock (2005), le décodage phonologique se développe séparément dans les deux langues dépendamment de la structure et des expériences d'enseignement du système d'écriture de chacune d'elle.

Les spécificités des deux langues considérées essentielles dans le système pédagogique libanais sont alors importantes à développer afin de comprendre la progression des apprentissages au fil des années scolaires.

4.2- Les spécificités orthographiques des deux langues française et arabe :

Ces deux langues se diffèrent au niveau lexical et syntaxique. Nous présenterons dans ce qui suit les caractéristiques essentielles de chacune d'elle.

4.2.1- Les spécificités de la langue française :

Le français est considéré comme une **langue opaque**, vu la complexité de son système orthographique. Catach (1995), dans ses analyses linguistiques, exprime que les correspondances phonographiques sont complexes. En effet, il existe 36 phonèmes du français qu'il s'agit de représenter à l'aide des 26 lettres de l'alphabet. Ainsi, certains phonèmes n'ont pas de correspondance directe dans l'alphabet et imposent la création de **graphèmes par des combinaisons de lettres** (e.g., ch, qu, on, en, eu, in, eau). Ces di et trigraphes sont maîtrisés plus tardivement en orthographe qu'en lecture (Fayol & Jaffré, 2008). Catach rajoute que certains sons peuvent être représentés de plusieurs manières : par exemple, le son [k] peut être converti en « c », « k » ou « qu ». L'enfant doit donc apprendre à maîtriser les règles contextuelles, qui modifient la manière dont un son est représenté en fonction de sa position dans la séquence de lettres. Des **irrégularités** existent également au niveau lexical, telles que : les lettres muettes, les consonnes doublées et les marques morphologiques sans correspondant oral. Les marques du pluriel et du féminin pour les noms et les verbes sont de même inaudibles. Une autre caractéristique a été évoquée par l'auteure : certains mots ou suites de mots ont des prononciations similaires mais s'écrivent différemment. Il s'agit des **homophones non homographes** (e.g., c'est/ses, sans/s'en) et des homonymes qui appartiennent à des catégories syntaxiques identiques ou différentes (e.g., sent/sang/sans/cent).

Les accords en genre et en nombre viennent s'ajouter au système orthographique français. En plus des règles simples, les règles complexes comme l'accord du participe passé et le

pluriel des noms composés, relèvent d'un apprentissage plus tardif (Fayol, 2010). Au fur et à mesure de leur emploi, les règles d'orthographe vont devenir des « procédures » utilisables de manière automatique. L'enfant ne devra alors plus faire appel consciemment aux règles grammaticales, et pourra ainsi concentrer son attention sur le contenu de ce qu'il écrit. Par contre, en début d'apprentissage (en CE1), l'application des règles nécessitera une attention spécifique, et les erreurs vont apparaître quand l'enfant se concentre sur une autre tâche, comme la transcription d'un mot dont l'orthographe est mal connue ou lorsque l'attention est détournée vers l'écriture ou vers le choix des idées à transcrire (David, 2006).

Parallèlement à ces complexités qui existent dans la langue française, nous retrouvons d'autres types de complexités existants dans la langue arabe, bien qu'elle soit théoriquement considérée comme langue transparente.

4.2.2- Les spécificités de la langue arabe :

La langue arabe est caractérisée par un phénomène de **diglossie** : l'arabe littéraire est différent de l'arabe parlé (le libanais) au niveau de la phonologie, du vocabulaire et de la syntaxe (AlRowais, Wald, & Wills, 2013). L'alphabet arabe se compose de 28 lettres qui **s'écrivent de droite à gauche**. Toutes sont des consonnes, mais trois d'entre elles peuvent être aussi employées en tant que voyelles longues : ا و ي (cf. Annexe X). Il n'existe pas de lettres majuscules. A part les conventions orthographiques, l'arabe est considéré comme **langue transparente** : le mot arabe écrit est la transcription simple de la prononciation (Kouloughli, 1994).

Par rapport au système graphique, l'écriture arabe cursive requiert **plusieurs formes pour chaque lettre** en fonction de leurs positions dans le mot (Ryding, 2005). La plupart des lettres sont reliées aux autres des deux côtés quand elles sont en position médiane. En outre, il y a quelques lettres, appelées « non-connecteurs », qui peuvent être attachées à une lettre précédente mais pas à une lettre suivante. Les non-connecteurs sont : ا ذ ز ر (cf. Annexe VI). Dans une phrase, **deux types d'espace** sont alors repérés : les espaces entre les mots et les espaces au sein d'un même mot (AlRowais et al., 2013). Abdelhadi, Ibrahim et Eviatar (2011) précisent également que certaines lettres arabes se différencient uniquement par

le nombre et la position de points, par exemple, بت /خج/ عغ ... En plus des **sons sourds et sonores**, s'ajoutent les sons **emphatiques et non emphatiques** ضد /تط/ سص ... Selon ces auteurs, ces caractéristiques ont un effet important sur la reconnaissance des lettres ainsi que sur la correspondance phonème-graphème. La conscience phonologique demeure la base d'une bonne orthographe (Elbeheri & Everatt, 2007). Geva et Siegel (2000) ont montré que les enfants bilingues commettent plus d'erreurs de reconnaissance (traitement visuel) de lettres en arabe qu'en anglais. Ainsi, le décodage en arabe exige une attention visuelle et des habiletés visuo-spatiales plus développées que le décodage en anglais. D'autres éléments graphiques sont spécifiques à l'arabe (Saiegh-Haddad & Henkin-Roitfarb, 2014) :

- Le sukūn : C'est un petit signe circulaire marquant que la consonne n'est pas suivie de voyelle.
- La gémation : Lorsque deux mêmes consonnes se succèdent, seule la première est écrite surmontée de la gémation, unique indication de l'existence de la seconde consonne. La gémation concerne les lettres solaires : بت ث ذ ر ز س ش ل ص ض ظ ط ن.
- Le « Alif madda » آ : Cette notation remplace la présence d'un alif suivi de la voyelle longue ā.
- Le « Lām-alif » لا : C'est une manière plus économique d'écrire la succession de ces deux lettres : : لا.

Par rapport au système morphologique, les mots ont une racine (et non pas un radical) à partir de laquelle est dérivé l'ensemble du vocabulaire (Mejri, Said, & Sfar, 2009). L'ajout des voyelles casuelles (/a/, /u/, i/), **signes diacritiques**, génèrent un système de correspondances graphème-phonème transparent. Ces signes diacritiques sont parfois nécessaires dans les homographes (les mots qui s'écrivent de la même façon, mais qui peuvent avoir un sens différent). Baluch et Danaye-Tousi (2006) ont démontré que les mots transparents sont mieux mémorisés que les mots opaques.

Les mots graphiques les plus petits correspondent à l'un des types phonétiques suivants : CV (consonne-voyelle) comme في ou CVC comme من. Certaines unités lexicales qui ne comportent qu'une consonne et une voyelle brève comme par exemple /fa/, /ka/, ou /li/... ne

peuvent pas être écrites isolément et sont donc rattachées à la séquence qui suit pour former avec elle une seule séquence graphique. Ces composants attachés en début ou en fin de mot sont appelés des clitiques. Kouloughli (1994) présente la morphologie du mot par le schéma suivant (cf. Figure 5) :

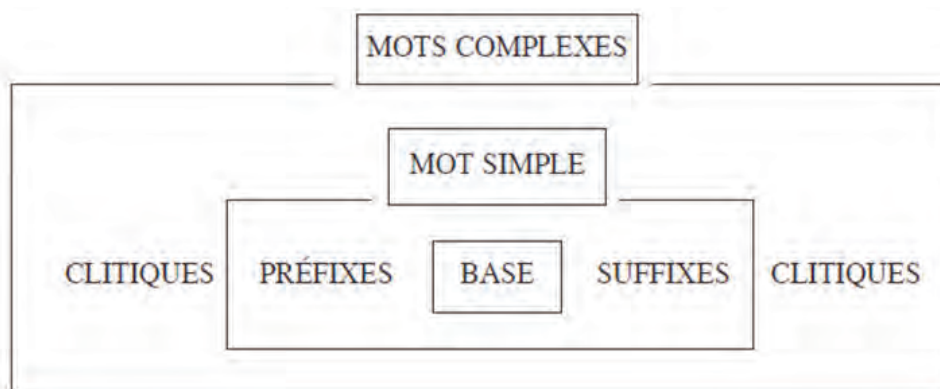


Figure 5 : Les constituants du mot arabe (kouloughli, 1994).

Par exemple : /fasajaktubuhā/ (فسيكتبها) est un mot complexe : /fa/, /sa/ et /hā/ attachés au verbe sont des clitiques. Dans /jaktubu/ (يكتب), nous distinguons le préfixe de la troisième personne /ja/ et le suffixe du mode indicatif /u/. En ôtant ces derniers et en éliminant toutes les voyelles, nous aurons la racine ou la base du mot qui est formée uniquement de consonnes : k/t/b.

Certains éléments orthographiques liés en partie aux **règles grammaticales** sont « source d’opacité » dans la langue arabe (Saiegh-Haddad et Henkin-Roitfarb, 2014) :

- Le « Alif suscrit » ا comme dans le mot هذه est perçu comme une voyelle longue /ā/ sans être transcrite.
- Le « Alif maqṣūra » ى ne peut s’écrire qu’en fin de mots. Cette forme est également considérée comme étant une voyelle longue /ā/ (et donc peut être confondue avec ا).
- Les assimilations (dans la prononciation) entre les sons emphatiques et non emphatiques au sein d’un même mot sont possibles, rendant la discrimination auditive et la conversion phonème-graphème plus difficile.

- La nounation ً ٌ ٍ est la duplication de la voyelle brève finale. Le son /n/ perçu en fin de mot ne doit pas être noté comme une consonne (à la pause /kitābun/ est prononcé /kitāb/). Alors, la consonne finale /n/ qui est perçue auditivement exprime dans ce cas uniquement la présence de la nounation.
- La /t/ fermée ٲ est prononcée parfois /h/ en fin de mot, étant le suffixe des noms et des adjectifs au féminin.
- La /t/ ouverte ٲ ou fermée ٲ dépendamment de la fonction grammaticale du mot, demandent également des connaissances supplémentaires pour une orthographe correcte.
- La « hamzat waṣel » ٱ se situe en début de mot. Elle est abrégée à l'oral (ne se prononce pas) et par conséquent prête à confusion.
- La position de la hamza dans le mot et la règle des « forces » des voyelles qui la précèdent rendent sa forme instable et requièrent des analyses immédiates avant l'écriture du mot cible.
- Le « alif séparé » en fin de mot après la lettre و (ū) du pluriel du verbe au passé, s'écrit mais ne se prononce pas (واو), ce qui confond aussi les apprentis-sripteurs.

En somme, l'enfant devra s'adapter aux spécificités de ces deux langues (cf. Annexe XI), parallèlement aux apprentissages scolaires explicites, pour une orthographe correcte.

4.3- Les règles orthographiques acquises en CE1 (à 7-8 ans), CE2 (à 8-9 ans) et CM1 (à 9-10 ans) dans les programmes des écoles libanaises francophones :

Le Ministère de l'éducation nationale et le Centre de Recherche et de Développement Pédagogique présentent un programme scolaire (la dernière version date depuis 1997) qui cible le français, l'arabe et l'anglais.

La classe de CP est une classe préparatoire. Selon le programme libanais, l'enfant doit acquérir durant cette année scolaire, avant son passage en CE1 les sons et les lettres suivants en français : i - o - a - u - e - é - ou - on - an - en - m - t - p - l - r - d - n - s - v - b - j - g - c (/k/). Il doit savoir écrire en se basant sur la correspondance phonème-graphème. Alors

qu'en arabe, il doit acquérir les différentes lettres selon qu'elles soient en début, au milieu ou en fin de mot. Les voyelles longues et les voyelles courtes doivent être aussi transcrites correctement.

Pour les classes de CE1, CE2 et CM1 les rubriques de *la communication écrite* et de *la connaissance de la langue* du programme scolaire libanais sont présentées dans le tableau suivant (cf. Tableau 2), en détaillant les éléments concernant l'orthographe en français et en arabe.

Tableau 2 : Les règles orthographiques des deux langues française et arabe, des classes CE1, CE2 et CM1, selon le programme scolaire du ministère de l'éducation national libanais (1997).

	En français	En arabe
CE1	<ul style="list-style-type: none"> -Plusieurs sons doivent être acquis : [ʃ] → ch, [e] → é, [o] → o, au ou eau, [s] → s ou c, [k] → c, [z] → s. -Les sons proches auditivement [p] et [b], et visuellement « m » et « n ». -Les digraphes : an, am, ai, en, ou, on, oi, in. -Les homophones a/à. -Les verbes les plus courants au présent de l'indicatif en accordant correctement le verbe avec le sujet quand ce dernier est au pluriel. -Le pluriel des mots réguliers. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tous les phonèmes visuellement et auditivement proches doivent être déjà appris, y compris les phonèmes [ħ]/[x]/[ʕ] visuellement proches (خ ح) et les phonèmes [ħ]/[h] auditivement proches (ح ه). -La lettre /t/ ت dans le verbe et dans le nom (أكلت/بنت). -La lettre /t/ ة dans le nom singulier féminin (طالبة). -La « hamza » أ en début de mot (أكل). -L'entrée de l'article défini ال sur la « hamza » en début de mot (الأ/الأرنب). -La gémination. -Le « alif allongement » (أ/سأخذ). -La nounation avec le nominatif (+/un/), le génitif (+/in/) et l'accusatif (+/an/) (كبير كبيراً). -La nounation avec les mots qui se terminent par ة (كبيرة).

	En français	En arabe
CE2	<p>-Les digraphes : ai, an, ei, oi, eu, in, gn.</p> <p>-Les trigraphes : ill, ain, ein, eau, œu.</p> <p>-Les sons : [g] qui est transcrit gu ou g, [ʒ] qui est transcrit ge ou j.</p> <p>-Les homophones : a/à, et/est, ou/où, ont/on.</p> <p>-Les règles d'accord dans le groupe du nom (le déterminant avec le nom).</p> <p>-Les marques de la terminaison des verbes les plus usuels : au présent, au passé composé et au futur simple.</p> <p>-Les pronoms personnels sujets.</p> <p>-Les mots invariables les plus fréquents qui expriment le temps et l'espace.</p>	<p>-Les règles d'orthographe travaillées durant la deuxième année de base sont réexpliquées d'une façon plus détaillée durant la troisième année. Nous allons donc uniquement citer les nouvelles notions ajoutées aux règles précédentes :</p> <p>-L'entrée de l'article défini sur les lettres lunaires (qui ne peuvent pas être géminées) et les lettres solaires (qui doivent être géminées) (القمر/ الشمس).</p> <p>-L'entrée de l'article défini sur la «hamza» et sur le /l/ ل en début de mot (الأرنب/ اللوح).</p> <p>-La « hamza de liaison » ا (اشترت).</p> <p>-La « ة » dans le nom singulier et pluriel (طابئة/مشاة).</p> <p>-Le « alif allongé » ا et le « alif raccourci » ى (دع/أرى).</p> <p>-Les pronoms /ta/ et /ti/ dans le verbe accompli de la deuxième personne du singulier, avec les pronoms suffixes correspondants et qui sont /ka/ et /ki/ (حقيبتك).</p> <p>-Le pronom suffixe /nā/ de la première personne du duel ou du pluriel, et le /na/ de la deuxième ou de la troisième personne du pluriel féminin (نا/ن). (سمعنا/سمع).</p>

	En français	En arabe
CM1	<p>-L'enfant doit savoir transcrire correctement tous les sons déjà travaillés dans les deux années précédentes.</p> <p>-Le [s] : s, ss, c ou ç (tasse/trace/garçon).</p> <p>-Le [z] : s (rose).</p> <p>-Le [k] : c (cartable).</p> <p>-Le [g] : gu ou g (guitare/garder)</p> <p>-Le son [ʒ] : g, ge ou j (girafe/sage/jupe).</p> <p>-Les homophones : : sont/son, ont/on, a/à, ou/où, la/là, et les homonymes.</p> <p>-L'accord de l'adjectif qualificatif épithète ou attribut.</p> <p>-L'accord en genre et en nombre : déterminant/nom, nom/adjectif et sujet/verbe (au présent, au passé composé, au futur simple et à l'imparfait).</p>	<p>-Le suffixe du passé « ū » dans le verbe accompli, à la troisième personne du pluriel masculin وا (أكلوا).</p> <p>-L'entrée des sons [w], [f], [b], [k] et [l] sur les mots qui débutent par un article défini (فَالصَّيِّدِ).</p> <p>-Les mots à « alif suscrit » : mots qui contiennent phonétiquement un [ā] qui n'est pas noté graphiquement par un alif intégré à l'écriture du mot (هَؤُوه).</p>

D'une année scolaire à l'autre, les mêmes règles orthographiques se répètent, pour optimiser l'assimilation des différentes notions, en rajoutant à chaque fois quelques détails supplémentaires.

Dans les classes CE1 et CE2, l'importance est donnée aux capacités de conversion phonème-graphème. Une fois cette stratégie automatisée, à partir de la classe de CM1, le programme commence à s'enrichir en règles grammaticales et l'importance est alors donnée aux irrégularités existantes surtout en langue française.

Bilan général 4 :

Le bilinguisme, particularité du contexte libanais, joue un rôle fondamental dans l'acquisition du langage écrit. Au Liban, le français et l'arabe sont enseignés dans la majorité des écoles dès les classes maternelles. Dans les analyses linguistiques, le français est considéré comme une langue opaque, vu la complexité de son système orthographique : la présence des di et des trigraphes, des irrégularités lexicales, des homonymes et des homophones et des règles d'accords.

Par contre, le système orthographique arabe est plus transparent et se base surtout sur le principe de conversion phonème-graphème. L'écriture se fait de droite à gauche et requiert plusieurs formes pour chaque lettre en fonction de leurs positions dans le mot. Les lettres arabes se différencient visuellement par le nombre et la position de points, et auditivement en plus des sons sourds et sonores, s'ajoutent les sons emphatiques et non emphatiques. Certains éléments orthographiques liés en partie aux règles grammaticales sont cependant « source d'opacité » dans la langue arabe : comme les règles du « alif » et de la « hamza » au sein des mots, et les règles de la nounation et du son /t/ en fin de mots. Les étapes d'acquisition des différentes règles orthographiques débutent principalement à partir de la classe de CE1 dans les programmes scolaires libanais. Dans ce système scolaire assez complexe, il serait nécessaire d'analyser l'adaptation de l'enfant aux difficultés rencontrées et les stratégies cognitives utilisées pour un apprentissage ou pour une rééducation plus efficace. Notre étude explicitera alors les liens entre les FE et l'orthographe dans le cadre du bilinguisme.

CHAPITRE 5

Problématique, objectifs et hypothèses

De nombreuses études ont mis en évidence l'effet du bilinguisme sur les FE au niveau du langage oral (Barac et al., 2016 ; Bialystok, 2011 ; Bialystok & Feng, 2009 ; Garbin et al., 2010 ; Van Assche et al., 2013). Cependant, l'implication des FE dans le langage écrit chez les enfants bilingues, ainsi que leur influence sur la vitesse de traitement en orthographe dans les différentes langues sont peu exploitées dans la littérature. En effet, seule l'étude de Jalali-Moghadam et Kormi-Nouri (2015) suggère que le bilinguisme forme un avantage cognitif chez les enfants à développement typique, ce qui n'est pas le cas chez les enfants TSLE. Face aux particularités au niveau des apprentissages scolaires au Liban et aux complexités orthographiques spécifiques à chacune des deux langues française et arabe, l'enfant bilingue se trouve confronté à des exigences qui nécessitent un effort cognitif supplémentaire. En effet, les différences au niveau de la transparence des langues, de la complexité des formes graphiques des lettres dans l'une ou l'autre langue (Catach, 1995 ; Kouloughli, 1994 ; Ryding, 2005) et les différences concernant les règles grammaticales (Fayol et al., 1999 ; Saiegh-Haddad & Henkin-Roitfarb, 2014 ; Schelstraete & Maillart, 2004) ainsi que la vitesse de traitement des informations à l'écrit, impliquent dans l'ensemble divers aspects cognitifs. Dans ce contexte, les études comparatives qui ciblent ces deux langues sont restreintes et les observations concernant l'enfant bilingue libanais à développement typique ou présentant des troubles en lecture et en orthographe restent limitées. Par conséquent, les troubles d'apprentissages qui peuvent être rencontrés au cours du développement dans les classes primaires sont dépistés et cernés tardivement et certaines causes ne sont pas explicitées d'une façon systématique, notamment dans le domaine de l'orthographe. Les FE dont l'impact a été prouvé sur le langage oral comme sur le langage écrit (Alahmadi, 2017 ; Altemeier et al., 2008 ; Bosse, 2005 ; Reiter et al., 2005 ; Swanson, 2000 ; Zesiger, 2003), ne sont pas toujours prises en compte dans les évaluations et les rééducations orthophoniques. Cliniquement, le respect des étapes du développement de l'enfant est primordial. Les difficultés ou la lenteur qui peuvent être observées dans l'une ou l'autre langue au niveau de la transcription pourraient être liées à un déficit au niveau de ces composantes exécutives.

Des questions se posent alors autour de ce sujet : Comment évoluent les FE chez les enfants bilingues à développement typique (enfants DT) et TSLE ? Comment se développe l'orthographe dans les deux langues ? Quelles sont les FE les plus impliquées dans l'orthographe française et dans l'orthographe arabe ? Quelles sont les points communs et les divergences entre enfants DT et enfants TSLE au niveau développemental (FE/orthographe) ?

Notre recherche va donc porter sur une étude comparative autour du langage écrit et des fonctions exécutives. Plus spécifiquement, notre **objectif** sera d'étudier le développement et le lien entre les FE (l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification) et l'orthographe française et arabe dans les classes primaires (CE1, CE2 et CM1), chez des enfants bilingues libanais francophones à DT et chez des enfants bilingues libanais francophones présentant un TSLE. Pour atteindre cet objectif, une évaluation des FE déjà mentionnées ainsi qu'une évaluation de l'orthographe dans les deux langues seront effectuées.

Nous nous attendons à observer une différence entre les enfants DT et les enfants TSLE dans le développement et les liens entre les FE (l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification) et l'orthographe, en fonction du niveau de classe et de manière plus marquée en langue arabe qu'en langue française.

Cette hypothèse principale sera détaillée à travers plusieurs études comparatives qui seront effectuées auprès des enfants DT et TSLE au niveau des FE, puis au niveau de l'orthographe afin d'établir ultérieurement des liens entre les FE et l'orthographe dans les deux langues.

Dans un premier temps, notre étude se focalisera sur les fonctions exécutives. Dans ce contexte, **nous faisons l'hypothèse que les performances au niveau de toutes les FE évoluent d'une manière plus efficiente chez les enfants DT que chez les enfants TSLE, d'une classe à l'autre.**

Nous avons prétendu des performances qui évoluent efficacement pour toutes les FE chez les enfants DT en nous basant sur le modèle de Diamond (2013), qui montre que les composantes cognitives se développent au fur et à mesure, parallèlement à la maturité cérébrale. Mais,

Pour les enfants TSLE, le développement des FE serait moins efficace, vu les nombreuses études (e.g., Alahmadi, 2017 ; Altemeier et al., 2008 ; Helland & Asbjørnsen, 2000 ; Majerus & Cowan, 2016 ; Reiter et al., 2005) qui exposent les troubles qui persistent chez ces enfants au niveau de toutes les composantes cognitives quel que soit l'âge.

Dans un second temps, notre étude se focalisera sur l'orthographe. Dans ce contexte, **nous faisons l'hypothèse que les performances orthographiques des enfants DT sont supérieures à celles des enfants TSLE en précision et en vitesse de traitement dans les deux langues, avec moins d'erreurs en arabe pour toute la population, et ceux pour toutes les classes d'âge considérées.**

Le pourcentage des erreurs orthographiques (erreurs d'usage, phonologiques, grammaticales et de segmentation) serait inférieur chez les enfants DT par rapport aux enfants TSLE grâce à la maîtrise du lexique orthographique et des conversions phonèmes-graphèmes (e.g., Mousty et al., 1996 ; Valdois, 2004) et grâce à l'automatisation des règles grammaticales avec le passage de classe (e.g., Fayol et al., 1999 ; Zesiger, 2003). En revanche, les enfants TSLE se trouveront plus en échec (e.g., Abu Rabia & Taha, 2004 ; Kechichian, 2006 ; Landerl et al., 2013 ; Mazeau, 2005 ; Negro & Chanquoy, 2000 ; Valdois, 1996) face à l'augmentation des complexités orthographiques qui sont présentes dans les programmes scolaires libanais (1997). En outre, le pourcentage des erreurs en arabe resterait inférieur à celui du français pour les trois niveaux de classes, vu que c'est une langue transparente (Kouloughli, 1994).

Dans un dernier temps, et dans la continuité de ce qui a été présenté précédemment, nous établirons des liens entre les FE et l'orthographe. **Nous supposons que l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification s'impliquent de manière plus marquée en langue arabe qu'en langue française en étant corrélées à la précision et à la vitesse de traitement de l'orthographe chez toute la population.**

Nous avons supposé que l'implication des FE serait plus importante dans l'orthographe arabe (chez tous les enfants), vu les spécificités de cette langue qui demandent un effort cognitif supplémentaire pour la maîtriser comme : le sens de l'écriture qui est de droit à

gauche, les ressemblances visuelles et auditives (Abdelhadi et al., 2011) et le changement de la forme des lettres en fonction de leur position dans le mot (Ryding, 2005).

Nous exposerons dans le chapitre suivant les détails de notre partie pratique : le choix des participants, le matériel utilisé et la procédure suivie lors de notre expérimentation afin de vérifier nos hypothèses.

PARTIE II

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 6

Participants, matériel et méthodologie

Suite à l'exposition de la problématique qui vient du besoin présent sur le terrain libanais et à la présentation des objectifs et des hypothèses de notre étude, nous passons à la partie expérimentale. Le but de ce chapitre est de présenter la population auprès de laquelle l'étude a été menée ainsi que le protocole expérimental. Les tests utilisés pour évaluer les FE et l'orthographe dans les deux langues seront également détaillés pour finir avec les outils d'analyse qui seront utilisés pour la présentation de nos résultats.

6.1- Population :

Le recrutement des enfants DT et TSLE concernés par notre étude et les critères de sélection sont détaillés dans cette partie.

6.1.1- Recrutement :

Notre échantillon est constitué de 180 enfants DT et TSLE libanais bilingues francophones âgés entre 8 et 12 ans. Les enfants ont été recrutés des classes CE1, CE2 et CM1 des écoles ordinaires, privées et publiques et sont répartis de la façon suivante (cf. Tableau 3) :

Tableau 3 : Répartition des participants DT et TSLE recrutés des écoles privées et publiques en fonction des classes avec les moyennes et les écart-types des âges.

		CE1	CE2	CM1
Ecoles privées	DT	21	23	15
	TSLE	21	19	18
Ecoles publiques	DT	9	7	15
	TSLE	9	11	12
Total de 180 enfants	Total DT	30	30	30
	Total TSLE	30	30	30
Moyenne des âges (ans ; mois)	DT et TSLE	7 ;11	8 ;10	9 ;11
Ecart-Types (ET) (ans ; mois)	DT et TSLE	0 ;6	0 ;6	0 ;5

Nous avons 30 enfants DT et 30 enfants TSLE, soit 60 enfants par classe, âgés respectivement de 7 ans 11 mois (ET= 6 mois) en CE1, de 8 ans 10 mois (ET= 6 mois) en CE2 et de 9 ans 11 mois (ET= 5 mois) en CM1. L'effectif d'enfants recrutés en écoles publiques est inférieur à celui des écoles privées. Ceci tient au fait que nous avons tenté d'harmoniser l'échantillon total en contrôlant l'environnement socio-culturel et économique (cf. partie 6.1.2). La présence d'enfants syriens était également dominante dans les écoles publiques. Par conséquent, la sélection des enfants répondant à nos critères d'inclusion et d'exclusion (qui seront présentés ultérieurement) dans ce contexte était plus difficile et limitée (enfants libanais, scolarisation adaptée, etc.). Sept écoles privées et sept écoles publiques francophones de différentes régions de Beyrouth ont été contactées. Pour avoir un accès aux écoles publiques, l'obtention de l'accord du ministère de l'éducation nationale a été nécessaire. Le projet de thèse, le protocole expérimental, les tests utilisés, ainsi qu'une lettre de la part des directrices de thèse ont été présentés au ministère et aux directeurs des écoles. Suite à leurs réponses positives, le contact a été effectué auprès des responsables des classes concernées (CE1, CE2 et CM1) afin de consulter les dossiers et sélectionner les enfants DT et TSLE selon des critères précis. Ensuite, une lettre d'information a été adressée aux parents ou aux tuteurs légaux des enfants pour expliquer le cadre global de l'étude et l'intérêt de leur participation au projet de recherche, afin d'obtenir leur consentement pour la passation des tests. La lettre a été inspirée du document mis en ligne par le comité de protection des personnes (CPP Sud-Est 3, 2018) (cf. Annexe XII).

Pour tous les enfants (DT et TSLE), nous avons exigé des critères généraux d'inclusion et d'exclusion qui sont communs. D'autres critères d'inclusion sont spécifiques à chacune des deux populations. Nous allons les présenter successivement.

6.1.2- Critères généraux de sélection pour les enfants DT et TSLE :

6.1.2.1- Critères d'inclusion :

- Enfants bilingues arabe-français de parents libanais qui vivent au Liban depuis au moins trois ans.
- Enfants ne présentant aucun trouble sensoriel auditif ou visuel (la correction visuelle par les lunettes est acceptée).
- Enfants présentant un quotient intellectuel normal (expliqué ultérieurement dans le protocole expérimental).

6.1.2.2- Critères d'exclusion :

- Enfants ayant vécu une scolarisation inadaptée ou dans un milieu socioculturel non favorable à l'acquisition des apprentissages.
- Enfants présentant des troubles du langage oral (expliqué ultérieurement dans le protocole expérimental).
- Enfants présentant une hyperactivité ou des troubles du comportement.

6.1.3- Critères d'inclusion spécifiques aux enfants DT :

- Enfants présentant un développement normal des apprentissages.
- Aucune remédiation orthophonique, psychomotrice ou psychologique signalée.
- Scolarité normale, sans redoublement de classe.

6.1.4- Critères d'inclusion spécifiques aux enfants TSLE :

- Enfants présentant des troubles de lecture et d'orthographe légers ou moyens (pouvant effectuer les épreuves de dictées de phrases).

- Remédiation orthophonique, psychomotrice ou psychologique signalée dès les classes primaires.
- Scolarité avec redoublement de classe ou scolarité spécialisée (enfants bénéficiant d'un programme d'inclusion ou d'un programme individualisé et adapté).
- Enfants sans traitement médicamenteux.
- Enfants ne présentant pas de troubles neurologiques (e.g., épilepsie, dyspraxie).

Suite au recrutement, nous avons pris connaissance, auprès des éducateurs responsables, de la langue première (L1) de chaque enfant (la langue la plus utilisée avec ses amis, à l'école, à domicile et dans les activités parascolaires). Dans le tableau ci-dessous (cf. Tableau 4), nous présentons la distribution des participants selon leur L1 (Arabe/Français).

Tableau 4 : Distribution des participants selon leur L1 (Arabe/Français).

Classes	Participants	n	L1 Arabe	L1 Français
CE1	DT	30	23	7
	TSLE	30	22	8
CE2	DT	30	17	13
	TSLE	30	21	9
CM1	DT	30	26	4
	TSLE	30	25	5
Total		180	134	46

La L1 de tous les participants des écoles publiques est l'arabe. Dans les écoles privées, la L1 est répartie entre l'arabe et le français, ce qui nous donne une majorité de 134 participants ayant l'arabe comme L1 contre 46 participants ayant le français comme L1.

Nous sommes passés par la suite à l'étape de passations de tests dans les différentes écoles, selon notre protocole expérimental.

6.2- Protocole expérimental : déroulement et matériel d'évaluation :

Les conditions de passation et les tests utilisés dans l'évaluation des FE (inhibition, MdT, flexibilité et planification) et de l'orthographe sont détaillés dans cette partie.

6.2.1- Les conditions de passation :

Les enfants ont été testés individuellement dans des salles calmes au sein des écoles, durant les horaires scolaires en coordination avec les responsables. La durée totale de la passation est d'1 heure 45 minutes environ, effectuée sur deux séances et entrecoupée par des pauses en fonction du rythme de chaque enfant.

Dans une première étape, le test des Matrices progressives de Raven (Raven, 1991) a été utilisé pour contrôler le niveau cognitif. Les matrices sont théoriquement corrélées à un bon quotient intellectuel dans le *WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children, Wechsler, 2014)*. Le test *ELO-L (Evaluation du Langage Oral en Libanais, Zebib, Henry, Khomsi, Messarra, & Kouba Hreich, 2017)* a été également administré en amont pour éliminer un déficit langagier. Notons que l'étalonnage de *l'ELO-L* n'est validé que jusqu'à l'âge de 8 ans, ce qui correspond uniquement aux âges des enfants de la classe de CE1 au Liban. Alors que pour les enfants de CE2 et de CM1, nous ne disposons d'aucun test étalonné sur la population libanaise bilingue au niveau du langage oral. Il existe par contre des tests français qui ciblent cette tranche d'âge (e.g, *l'EXALang 8-11, Thibault, Lefant, & Helloin, 2012*), mais qui ne peuvent pas être utilisés auprès des enfants libanais de l'école publique qui sont plutôt arabophones. En clinique orthophonique, le traitement des données se fait dans ce cas qualitativement : la bonne répétition de mots ou de non-mots (longs et complexes) et la bonne construction de phrases complexes sont deux indices importants qui éliminent un trouble spécifique du langage oral quel que soit l'âge des enfants (Jakubowicz & Tuller, 2008). Alors, nous nous sommes basés sur l'évaluation qualitative en utilisant *l'ELO-L* auprès de tous les enfants du CE1, CE2 et CM1 pour éliminer le trouble du langage, comme dans la pratique clinique. Pour les enfants en difficultés, nous avons également consulté les dossiers qui reflètent déjà la présence ou l'absence des troubles du langage oral au niveau développemental (à travers les anamnèses

et les bilans effectués précédemment dans leur parcours). Donc, pour les trois niveaux de classes, les enfants qui sont clairement en difficulté (dans les différents subtests, surtout au niveau de la parole et de l'expression syntaxique) par rapport à leur groupe ont été éliminés et considérés comme présentant un trouble du langage. Dans notre échantillon final, tous les enfants ont obtenu des scores : supérieur ou égal à 31/34 dans le lexique en réception, supérieur ou égal à 24/27 dans la compréhension orale, supérieur ou égal à 63/70 dans le lexique en production, supérieur ou égal à 28/37 dans la production d'énoncés et dernièrement supérieur ou égal à 27/28 dans la répétition de mots.

Dans une seconde étape, nous avons administré les différents tests des FE et de l'orthographe à tous les sujets de manière aléatoire en les chronométrant. L'ordre de la passation des épreuves a été noté pour chaque sujet. Les consignes ont été expliquées aux enfants en donnant un exemple (qui est présent dans le protocole de chaque test).

6.2.2- L'évaluation des FE :

L'évaluation des FE relève du manque de clarté concernant l'implication de différents processus exécutifs au sein d'une même tâche. Ainsi, aucune tâche exécutive complexe ne fait consensus quant à l'identification claire des processus exécutifs impliqués. Pour cela, dans notre protocole, nous avons tenté de sélectionner certaines épreuves afin d'avoir une vue globale sur les principales composantes exécutives :

Pour évaluer l'inhibition, nous avons utilisé le test *d'appariement d'images* (Marquet-Doléac, Albaret, & Bénesteau, 1999). Ce test évalue l'impulsivité cognitive et l'attention chez les enfants de 7 ans 6 mois à 14 ans 5 mois. Il est composé de 11 planches, la première servant d'exemple (cf. Annexe XIII). Les dessins de chaque planche sont sensiblement identiques, avec en haut un modèle de référence. En dessous, nous retrouvons 6 copies se différenciant par un ou plusieurs détails de la référence, à l'exception d'une seule, que le sujet doit retrouver. Les consignes imposent au sujet de retrouver la copie parfaite en une minute maximum et de donner la bonne réponse dès le premier essai, sinon les réponses seront comptées des erreurs jusqu'à la réussite ou la fin du temps. Pour chaque item, nous notons le temps de la première réponse, le temps de la réponse exacte et le nombre d'erreurs.

Pour mesurer la MdT verbale, nous avons utilisé l'épreuve de *rétenion de chiffres à l'envers* (Jacquier-Roux et al., 2005) (cf. Annexe XIV), étalonné du CE1 jusqu'en 5^{ème}. Dans cette épreuve, nous donnons oralement la première suite de deux chiffres en énonçant bien chacun des deux avec un espace d'une seconde et nous demandons à l'enfant de répéter la séquence entendue dans l'ordre inverse, en commençant par la fin. Les réponses sont notées dans les colonnes correspondantes. L'empan envers est le nombre de chiffres de la plus longue suite répétée sans erreurs et dans l'ordre, à l'envers (e.g., 2 6 7 1 → 1 7 6 2).

Pour évaluer la MdT visuo-spatiale, l'épreuve des *blocs de Corsi* (Corsi, 1972) qui est étalonnée sur une population d'enfants scolarisés du CP à la 6^{ème} (Fournier & Albaret, 2013) a été sélectionnée dans la condition envers. L'épreuve est constituée d'une planche sur laquelle sont fixés neuf cubes ou blocs disposés selon un arrangement dépourvu de symétrie et numérotés sur la face visible uniquement par l'examineur. Celui-ci touche successivement un certain nombre de blocs (au rythme d'un bloc par seconde) dans un ordre préétabli et demande au sujet de reproduire la séquence en montrant avec le doigt tous les cubes touchés, mais dans l'ordre inverse, c'est-à-dire du dernier jusqu'au premier. Cette épreuve consiste donc à reproduire dans l'ordre inverse, une séquence de mouvements de pointage de différents cubes montrés par l'examineur (cf. Annexe XV). Le nombre de blocs augmente progressivement et permet de déterminer l'empan visuo-spatial, qui est le nombre maximum de blocs que le sujet rappelle à l'envers sans erreur.

Pour évaluer la flexibilité, nous avons sélectionné deux épreuves : l'épreuve des *Mondes contraires* (Manly, Robertson, Anderson, Nimmo-Smith, Lussier, & Flessas, 2006) et l'épreuve de *Catégorisation* (Korkman et al., 2012).

L'épreuve des *Mondes contraires* est un subtest du TEA-Ch (Manly et al., 2006). Le TEA-Ch mesure les différentes capacités attentionnelles chez les enfants de 6 à 13 ans. Le subtest *Mondes contraires* mesure spécifiquement la flexibilité mentale liée au contrôle attentionnel : la capacité de changer de façon harmonieuse la direction de l'attention d'un objet à un autre. Dans ce subtest, deux conditions se succèdent : dans le *Monde à l'endroit*, les enfants nomment normalement les chiffres « 1 » ou « 2 » tels qu'ils se succèdent dans chacune des cases d'un parcours sur le livret de passation et dans le *Monde à l'envers*, ils

doivent dire « un » quand apparaît le chiffre « 2 » et « deux » quand apparaît le chiffre « 1 » (cf. Annexe XVI). Toute erreur étant obligatoirement corrigée par l'examineur, la vitesse avec laquelle les enfants parviennent à terminer le parcours lors de la deuxième condition (à l'envers) constitue une bonne mesure du contrôle mental et de la flexibilité cognitive. Au total, quatre items sont présentés à l'enfant. Nous retenons la somme des temps pour les deux items (2 et 3) du *Monde à l'envers* (les deux items (1 et 4) étant liés au *Monde à l'endroit*).

L'épreuve de *Catégorisation* est un subtest du Nepsy -II (Korkman et al., 2012). Le Nepsy-II est un test neuropsychologique qui évalue les enfants âgés entre 3 et 4 ans et entre 5 et 16 ans dans six domaines différents : l'attention et le fonctionnement exécutif, le langage, la mémoire, les apprentissages, la perception sociale, le processus sensorimoteur et visuospatial. Le subtest *Catégorisation* dans la rubrique « attention et fonctionnement exécutif » évalue la flexibilité mentale liée au raisonnement conceptuel (chez les enfants de 7 à 16 ans) : la capacité à formuler des concepts de base, à réaliser une action à partir de ces concepts et à passer d'un concept à un autre. Ce subtest est constitué de 8 cartes d'animaux ayant en partie des critères communs (e.g., couleurs, nombre d'animaux, motif commun) (cf. Annexe XVII). L'enfant doit les classer à plusieurs reprises en deux tas de quatre cartes, selon ses propres critères de tri, sans donner des explications verbales. Les différentes combinaisons de cartes sont notées par l'examineur. Le chronométrage s'arrête après 6 minutes ou quand l'enfant exprime qu'il a fini. Nous arrêtons l'épreuve au bout de 2 minutes si l'enfant n'évoque aucune réponse. Au final, le total des erreurs (combinaisons erronées ou séries répétées) ainsi que le total des combinaisons correctes sont inscrits dans la fiche de notation.

Pour tester la planification, nous avons utilisé le test des labyrinthes *LABY 5-12* (Marquet-Doléac et al., 2010). Dans la « version dépistage » (lors de l'examen systématique), une première série de labyrinthes concerne les enfants de 5 à 7 ans et une deuxième série concerne les enfants de 8 à 12 ans. Nous avons alors sélectionné la deuxième série dans l'évaluation de notre population. L'épreuve est formée de 6 labyrinthes circulaires. Un exemple est donné au départ (cf. Annexe XVIII). Les labyrinthes de forme circulaire amènent un degré de difficulté supplémentaire. Ils imposent une observation et une attention

continues afin de maintenir la stratégie de résolution, contrairement à la forme angulaire qui permet plus aisément des sauts visuels sans que cela entrave le suivi de l'ensemble. Nous demandons à l'enfant de tracer le chemin qui rejoint le départ à l'arrivée (en montrant chaque emplacement). Nous lui expliquons que s'il se trompe, il peut revenir en arrière pour trouver le bon chemin, mais il ne doit pas traverser les lignes. Nous l'encourageons à prendre le temps de bien regarder même s'il est chronométré, pour ne pas se tromper. Alors, au cours de l'épreuve, chaque labyrinthe est chronométré et le temps total est noté (observation et tracé). Le temps total servira pour le calcul de l'indice général d'erreurs. Lors de la correction et à l'aide des transparents correspondants, les différentes erreurs sont mesurées : les mauvaises directions, la distance parcourue en plus et les lignes coupées.

Suite à l'exposition des différentes épreuves concernant les FE, nous passons à la présentation de celles qui concernent l'orthographe dans notre protocole expérimental.

6.2.3- L'évaluation de l'orthographe :

Les épreuves de dictée de phrases en français et en arabe (Kechichian 2006) ont été utilisées (cf. Annexe XIX). Ces épreuves ont été élaborées dans le cadre de l'obtention du diplôme d'orthophonie, selon les programmes scolaires libanais (1997), pour évaluer les capacités orthographiques des enfants. Ces épreuves étalonnées sont applicables dès le deuxième semestre du CE1, CE2, et CM1. A noter que nous nous sommes assurés auprès des éducateurs concernés que les différentes notions orthographiques (présentes dans nos épreuves) ont été déjà travaillées en classe.

Le nombre de mots dans les dictées en français est supérieur à celui des dictées en arabe parce que les clitiques en français sont comptés comme des mots à part entière, alors qu'en arabe ils sont attachés aux mots suivants ou précédents et donc ne sont plus comptés comme des mots isolés (cf. Tableau 5).

Tableau 5 : Nombre de mots dans les dictées en français et en arabe correspondantes à chaque classe (CE1, CE2 et CM1).

Classes	Nombre de mots dans les dictées en français	Nombre de mots dans les dictées en arabe
CE1	31	27
CE2	62	54
CM1	82	57

Les dictées sont chronométrées et les phrases ne sont pas lues au préalable. Lors de la passation, chaque groupe de mots est répété lentement deux à trois fois. A la fin de la dictée, l'enfant pose son stylo sans se relire et sans apporter de corrections. Nous avons suivi les mêmes conditions de passation présentées dans le subtest *Dictée de phrases* du test *ODÉDYS* (Jacquier-Roux et al., 2005). Cette condition a été suggérée pour pouvoir analyser le fonctionnement cognitif de l'enfant (e.g., temps de réflexion, automatisations des règles grammaticales) au moment même de l'écriture.

Les erreurs seront réparties pour les deux langues selon quatre grands types : erreurs d'usage, erreurs phonétiques, erreurs grammaticales et erreurs de segmentation.

En français, les erreurs d'usage touchent la forme graphique du mot et non sa forme auditive. Par exemple : « fromage » → frommage, « placard » → placar.

Par contre, les erreurs phonétiques changent la forme auditive du mot : l'enfant omet, ajoute, inverse ou substitue les sons au sein du mot, ou ne respecte pas les règles contextuelles de certains phonèmes. Les erreurs peuvent être visuelles ou auditives. Par exemple : « noir » → moir, « cerise » → sourise, « nous mangeons » → nous mangons.

Les erreurs grammaticales comprennent toutes les erreurs d'accord en genre et en nombre, les erreurs au niveau des terminaisons des verbes et les confusions au niveau des homophones et des homonymes. Ces derniers sont intégrés dans la section grammaire dans le programme scolaire libanais. Pour cette raison, nous avons considéré que les confusions au niveau des homophones et des homonymes font partie des erreurs grammaticales. Par exemple : « les robes bleues » → les robe bleu, « du pain » → du pains, « elle a oublié » → elle a oublier, « vert » → verre.

Les erreurs de segmentation concernent soit des fusions de deux ou de plusieurs mots, soit un découpage incorrect de la séquence entendue, consistant à découper un mot ou un groupe de mots en deux ou plusieurs unités le plus souvent non-significatives. Par exemple : « dans ta chambre » → dantachambre, « léger » → l'égé.

Concernant la langue arabe, le vocabulaire d'usage est limité. Nous pouvons donner l'exemple suivant : هاذه ← «هذه» qui signifie [celle-ci].

Les erreurs phonétiques concernent plus particulièrement les voyelles longues et courtes, la gémination qui fait partie de la racine du mot et tous les phonèmes visuellement et auditivement proches. Par exemple : حصناً ← «حصاناً» [cheval] (voyelle longue/voyelle courte), شجرة ← «شجرة» [arbre] (confusion visuelle), الأردن ← «الأرض» [terre] (confusion auditive).

Les erreurs grammaticales en arabe concernent : les règles du /t/ ة/ت ← سافرة «سافرت» [tu as voyagé], les règles de la nounation فراشته ← «فراشة» [papillon], l'entrée de l'article défini sur les lettres solaires صيد ← «الصيّد» [la chasse], l'entrée de l'article défini sur la hamza et sur le « lām » en début de mot الأرض ← «الأرض» [terre], الص ← «الّص» [voleur], la hamza de liaison en début du verbe كتبن ← «اكتبن» [écrivez], le « alif allongé » et le « alif raccourci » dans les verbes قضا ← «قضى» [il a passé], le « alif » du suffixe du passé « ū » dans le verbe accompli à la troisième personne du pluriel masculin فخرجوا ← «فخرجوا» [alors ils sont sortis] et l'entrée des sons [w], [f], [b], [k] et [l] sur les mots qui débutent par un article défini فصيّادون ← «فالصيّادون» [alors les chasseurs].

Finalement, les erreurs de segmentation sont également présentes en arabe, par exemple : أن يشتريه ← «أن يشتريه» [de l'acheter].

Après avoir achevé les passations, nous sommes passés à la saisie des données. Les outils d'analyse liés aux différents tests utilisés dans notre étude sont présentés dans la partie suivante.

6.3- Critères d'analyse :

Les critères qui seront pris en compte et la cotation des différentes épreuves liées aux FE et à l'orthographe sont détaillés dans cette partie. Nous finirons avec les méthodes statistiques qui seront utilisées dans le traitement de nos résultats.

6.3.1- Critères et cotation des épreuves FE :

Premièrement, pour évaluer l'inhibition, nous avons retenu *l'index d'impulsivité*

obtenu à partir de :
$$\frac{\text{Nombre d'erreurs} \times 60}{\text{Temps total}}$$
.

Deuxièmement, pour évaluer la MdT verbale, nous avons noté *le nombre de chiffres* de la plus longue suite répétée sans erreurs et dans l'ordre, à l'envers. De même, pour évaluer la MdT visuo-spatiale, nous avons noté *le nombre maximum de blocs* que le sujet rappelle à l'envers sans erreur.

Troisièmement, pour évaluer la flexibilité dans l'épreuve des *Mondes contraires*, nous avons pris en compte *le temps total des Mondes à l'envers* en secondes. Alors que pour l'épreuve de *catégorisation*, nous avons pris en considération *le nombre total des catégories correctes* de quatre cartes complétées par l'enfant.

Dernièrement, pour évaluer la planification, nous avons retenu *l'indice général d'erreurs* :

$$\frac{\text{Lignes coupées} + \text{Mauvaises directions} + \left(\frac{\text{Distance parcourue en plus}}{10} \right)}{\text{Temps total des labyrinthes}} \times 60.$$

Suite à la présentation des critères qui seront étudiés concernant les FE et la cotation des différentes épreuves cognitives de notre protocole expérimental, nous passons aux critères liés à l'orthographe dans les deux langues.

6.3.2- Critères et cotation des épreuves d'orthographe :

Pour l'orthographe, nous avons essayé d'établir une cotation qui pourrait correspondre le plus possible à la classification que nous avons suggérée :

Pour les erreurs d'usage, un seul point a été attribué pour chaque erreur d'usage sans prendre en considération le nombre de déformations au sein des mots. En effet, nous considérons que le mot dans sa globalité n'existe pas dans le stock orthographique de l'enfant. Par exemple : « cerise » → serize = une erreur, هاذِه ← « هَذِهِ » [celle-ci] = une erreur.

Pour les erreurs phonétiques, si un même mot contient plusieurs erreurs qualitativement différentes, chacune d'entre elles serait comptée une erreur à part entière. Par exemple : « champignon » → channpinon = 2 erreurs : l'utilisation du « nn » à la place du « m » est comptée comme une erreur visuelle et l'emploi du « n » à la place du « gn » est considéré comme étant une erreur auditive, المحلانة ← « المحبّة » [l'amour] = 2 erreurs. Quand la même confusion existe d'une façon systématique dans plusieurs mots, elle n'est comptée qu'une seule fois. Par exemple : « noir » → moir et « maman » → nanan = une erreur concernant m/n.

Pour les erreurs grammaticales, chaque mot classé dans cette rubrique peut aussi contenir une ou plusieurs erreurs. Par exemple : « verts » → verre = 2 erreurs : nous relevons une confusion entre les homonymes vert et verre et une inapplication de la règle d'accord, « regardent » → regarde = une erreur, اكتبين ← « اكتبين » [écrivez] = 2 erreurs, سافرت ← « سافرت » [tu as voyagé] = une erreur. Si plusieurs erreurs concernent une seule règle, chaque mot sera compté comme étant une erreur différente de l'autre. En effet, l'erreur grammaticale n'est pas systématique chez l'enfant TSLE (il arrive parfois à appliquer les règles correctement). Cela nous empêche de généraliser et de considérer que toutes les erreurs appartenant à une même règle sont comptées comme étant une seule erreur reflétant la méconnaissance de cette règle.

Pour les erreurs de segmentation, quelle que soit la forme des erreurs obtenues, chaque mot ou chaque groupe de mots mal segmenté est considéré comme étant une seule erreur. Par exemple : « léger » → l'égé = une erreur, أنيشترية ← « أن يشترية » [de l'acheter] = une erreur.

Nous recueillons au final pour chaque dictée :

- La somme des erreurs dans chaque type cité ci-dessus.
- Le nombre total des erreurs afin de le transformer en pourcentage d'erreurs en statistiques.
- Le temps mis pour achever chaque dictée (en secondes) afin de calculer la vitesse de traitement (nombre de mots par seconde) à travers la formule suivante :

$$\text{Vitesse moyenne} = \frac{\text{Nombre de mots}}{\text{Durée de dictée en secondes}} .$$

Les critères des FE et de l'orthographe décrits précédemment seront comparés par classe en précision et en termes de vitesse de traitement pour enfin étudier le lien entre les résultats des épreuves exécutives et ceux des épreuves d'orthographe, chez les enfants DT et TSLE. Nous exposons alors dans ce qui suit les méthodes statistiques utilisées dans le cadre de notre étude.

6.3.3- Méthodes statistiques :

Dans le cadre de cette étude, nous avons traité les résultats obtenus aux épreuves des FE et ceux obtenus aux épreuves d'orthographe dans les deux langues. La base de données a été saisie sur le logiciel Excel avant d'être importée sur le logiciel statistique SPSS for Windows (Chicago, IL, USA, version 25.0) pour l'analyse statistique des résultats. Le seuil de signification retenu correspond à $p \leq 0.05$.

La comparabilité initiale entre les deux groupes DT et TSLE de point de vue âge, sexe, nature de l'école et langue primaire a été évaluée ; les tests de *Chi-Deux* ont été utilisés pour la comparaison des pourcentages et le test de *Student* pour la comparaison des moyennes.

Par rapport à notre étude, les critères de jugement liés aux FE sont :

- L'index d'impulsivité (obtenu à partir du test *d'appariement d'images*) pour évaluer l'inhibition.

- Les scores obtenus au test de *Corsi* et de *réétention de chiffres à l'envers*) pour évaluer la MdT visuo-spatiale et verbale.
- Le temps total des *Mondes envers* (obtenu à l'épreuve des *Mondes contraires*) et le total des réponses correctes (obtenu dans le test de *catégorisation*) pour évaluer la flexibilité.
- L'indice général d'erreur (obtenu à partir du *Laby 5-12*) pour évaluer la planification.

Les critères de jugement liés à l'orthographe sont :

- Le pourcentage d'erreurs pour évaluer les performances orthographiques.
- La vitesse de la rédaction de la dictée pour évaluer la vitesse de traitement.

La moyenne et les écart-types ont été utilisés pour décrire ces variables quantitatives.

Les tests de *Kolmogorov-Smirnov* ont été effectués afin d'évaluer la normalité de distribution des variables quantitatives. Les tests de *Levene* ont été menés pour évaluer l'égalité des variances.

Des analyses de variances à deux facteurs, suivies par des analyses univariées et des comparaisons multiples de *Bonferroni*, des tests de *Kruskal-Wallis* et de *Mann-Whitney* ont été utilisés afin de comparer les épreuves exécutives et d'orthographe chez les enfants DT et TSLE et entre les classes.

Les tests de *Student* pour les séries appariées et les tests de *Wilcoxon* ont été effectués pour la comparaison entre les résultats des épreuves d'orthographe en arabe et en français.

Les tests de corrélations de *Pearson* et de *Spearman* ont été utilisés afin d'étudier le lien entre les variables relatives à l'orthographe (pourcentage d'erreurs orthographiques et vitesse de rédaction de la dictée) et celles relatives aux FE.

Nous présenterons alors dans le chapitre suivant tous les résultats obtenus (aux épreuves des FE et aux épreuves d'orthographe) ainsi que leurs descriptions successivement.

CHAPITRE 7

Présentation des résultats

Suite à la présentation de la population, du protocole expérimental et des outils d'analyse dans le chapitre précédent, nous passons à la présentation des résultats. Dans ce chapitre nous comparerons les deux groupes d'enfants DT et TSLE par classe, d'abord au niveau des FE puis au niveau de l'orthographe dans les deux langues. Des corrélations seront par la suite établies entre les FE et l'orthographe chez toute la population.

7.1- Comparabilité entre les deux groupes d'enfants DT et TSLE :

Cent quatre-vingts enfants dont 90 DT et 90 TSLE sont inclus dans cette étude longitudinale transversale. L'âge moyen ($p = 0.295$), le type d'école privée ou publique ($p = 0.876$) et la langue primaire ($p = 0.733$) ne sont pas significativement différents entre les enfants DT et ceux atteints de TSLE. En revanche, un nombre plus important de garçons est présent dans le groupe TSLE ($p = 0.011$). Cette disproportion significative entre les sexes est en effet universellement reconnue avec des sex-ratios de l'ordre de 1:3 (1 fille pour 3 garçons) en moyenne (Habib, 2018).

Ceci indique que les deux groupes d'enfants DT et TSLE sont comparables de point de vue âge, type d'école et langue primaire.

Tableau 6 : Comparabilité entre les deux groupes d'enfants DT et TSLE.

	DT (n=90)	TSLE (n=90)	p
Age	8.72±1.028	8.89±1.179	0.295
Sexe			0.011*
<i>Garçons</i>	35(38.9%)	52(57.8%)	
<i>Filles</i>	55(61.1%)	38(42.2%)	
Ecole			0.876
<i>Privée</i>	59(65.6%)	58(64.4%)	
<i>Publique</i>	31(34.4%)	32(35.6%)	
Langue primaire			0.733
<i>Arabe (libanais)</i>	66(73.3%)	68(75.6%)	
<i>Française</i>	24(26.7%)	22(24.4%)	

Nous passons dans ce qui suit aux résultats de l'évaluation des FE afin de comparer ces deux groupes d'enfants à travers les trois niveaux scolaires.

7.2- Approche comparative des FE entre les différentes classes : DT versus TSLE :

Dans cette rubrique, nous allons vérifier si **les performances au niveau de toutes les FE évolueraient d'une manière plus efficiente chez les enfants DT que chez les enfants TSLE, d'une classe à l'autre**. Nous présenterons d'abord les résultats de l'index d'impulsivité qui évalue l'inhibition, ensuite les résultats liés à la MdT visuo-spatiale et verbale (*Corsi et rétention de chiffres à l'envers*). Nous enchaînerons avec les résultats liés à la flexibilité (temps total des *Mondes envers* et le nombre de catégorisations correctes) pour finir avec les résultats de l'indice général d'erreurs qui évalue la planification.

7.2.1- Comparaisons : Index d'impulsivité :

La moyenne et l'écart-type de l'index d'impulsivité évaluant l'inhibition chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont présentés dans le tableau et la figure qui suivent.

Tableau 7 : Scores de l'index d'impulsivité chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Index d'impulsivité	CE1	CE2	CM1	p
DT	1.676 ± 2.301 ^b	0.771 ± 0.655 ^a	0.974 ± 0.737 ^a	0.033*
TSLE	2.540 ± 1.686 ^b	1.959 ± 1.104 ^{a,b}	1.503 ± 1.155 ^a	0.017*
p	0.017*	0.001*	0.144	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiples

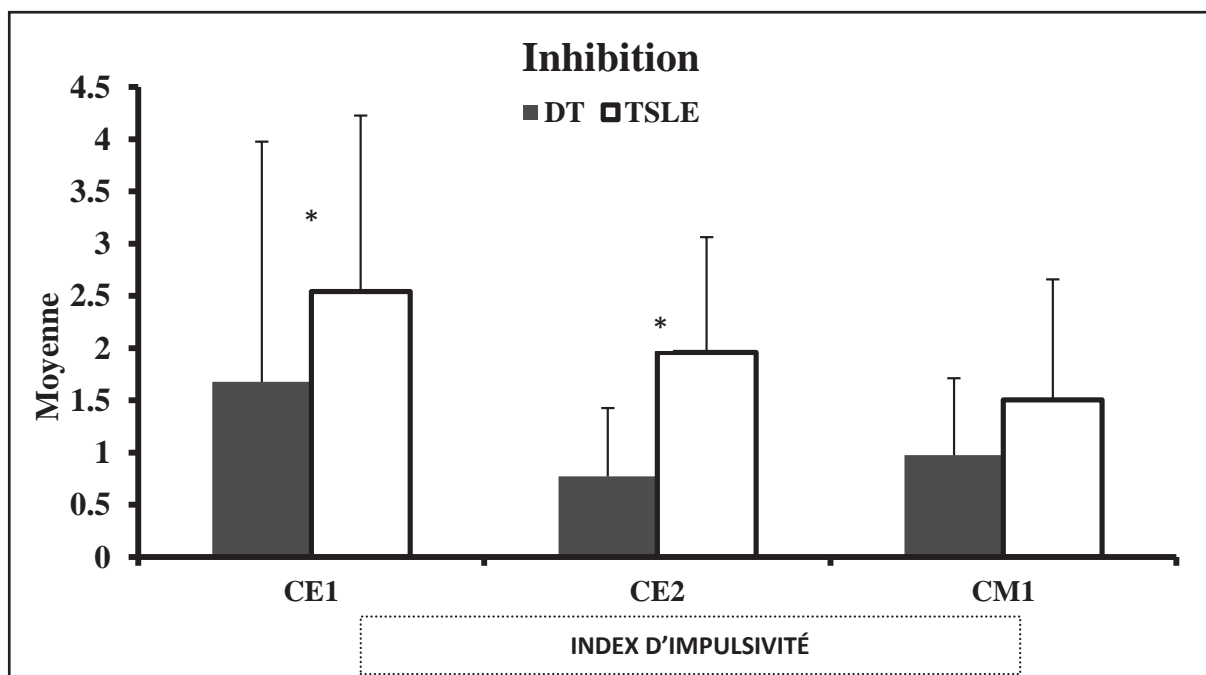


Figure 6 : Scores de l'index d'impulsivité chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

En comparant les enfants DT et TSLE : L'index d'impulsivité est significativement plus élevé chez les enfants TSLE et ceci pour les classes CE1 ($p = 0.017$) et CE2 ($p = 0.001$) ; mais la différence n'est pas significative pour la classe de CM1 ($p = 0.144$).

En comparaison inter-classes : Chez les enfants DT, l'index d'impulsivité est significativement différent entre les classes ($p = 0.033$) ; il est élevé pour la classe de CE1 mais la différence n'est pas significative entre CE2 et CM1 ($p = 1.000$).

Chez les enfants TSLE, l'index d'impulsivité est significativement différent entre les classes ($p = 0.017$) ; il est plus élevé en CE1, intermédiaire en CE2 et plus bas en CM1.

Suite à la présentation des résultats de l'index d'impulsivité, nous passons à ceux liés à la MdT (*Corsi et rétention de chiffres*).

7.2.2- Comparaisons : Corsi et Rétention de chiffres :

La moyenne et l'écart-type des scores obtenus au test de *Corsi* et à l'épreuve de *rétention de chiffres* à l'envers chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont illustrés dans le tableau et la figure ci-joints.

Tableau 8 : Scores de *Corsi* et de la *rétention de chiffres* à l'envers chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Test de Corsi envers	CE1	CE2	CM1	p
DT	3.67±1.213 ^a	4.27±1.202 ^{a,b}	4.60±1.192 ^b	0.019*
TSLE	3.00±.983 ^a	3.10±1.125 ^a	3.67±1.124 ^b	0.039*
p	0.025*	0.001*	0.002*	
Rétention de chiffres envers	CE1	CE2	CM1	p
DT	3.13±0.730 ^a	3.60±0.621 ^b	3.90±0.712 ^b	0.001*
TSLE	3.00±0.643 ^a	3.03±0.615 ^a	3.53±0.937 ^b	0.006*
p	0.473	0.003*	0.050*	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiples

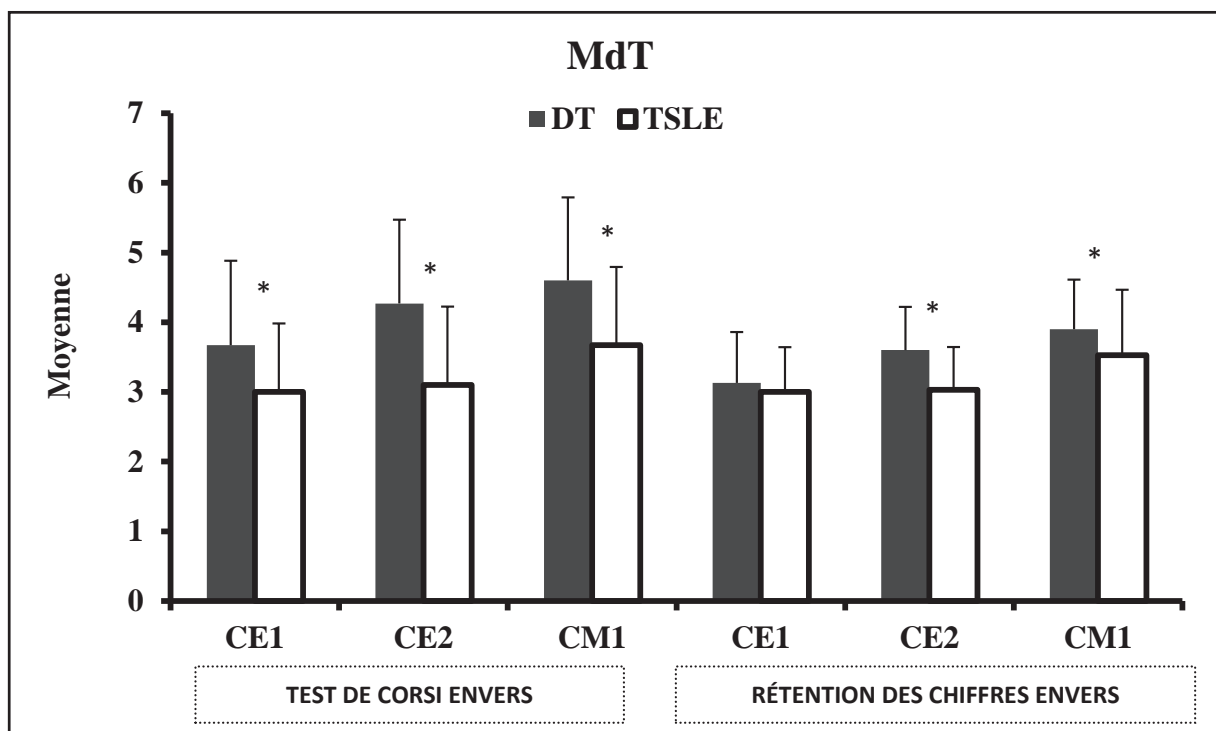


Figure 7 : Scores de *Corsi* et de la *rétention de chiffres* à l'envers chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

En comparant les enfants DT et TSLE : La moyenne des scores obtenus au test de Corsi est significativement plus basse chez les enfants TSLE et ceci pour les classes CE1 ($p = 0.025$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.002$).

De même, la moyenne des scores obtenus à l'épreuve de rétenion de chiffres à l'envers est significativement plus basse chez les enfants TSLE et ceci pour les classes CE2 ($p = 0.003$) et CM1 ($p = 0.050$) ; mais la différence n'est pas significative pour la classe de CE1 ($p = 0.473$).

En comparaison inter-classes : Chez les enfants DT, la moyenne des scores obtenus au test de Corsi est significativement différente entre les classes ($p = 0.019$) ; elle est plus basse en CE1, intermédiaire en CE2 et élevée en CM1.

Chez les enfants TSLE, la moyenne des scores obtenus au test de Corsi est significativement différente entre les classes ($p = 0.039$) ; elle est élevée en CM1 mais la différence n'est pas significative entre CE1 et CE2 ($p = 0.834$).

Chez les enfants DT, la moyenne des scores obtenus à l'épreuve de rétenion de chiffres à l'envers est significativement différente entre les classes ($p = 0.001$) ; elle est plus basse en CE1 mais la différence n'a pas été significative entre CE2 et CM1 ($p = 0.323$).

Chez les enfants TSLE, la moyenne des scores obtenus à l'épreuve de rétenion de chiffres à l'envers est significativement différente entre les classes ($p = 0.006$) ; elle est élevée en CM1 mais la différence n'est pas significative entre CE1 et CE2 ($p = 1.000$).

Suite à la présentation des résultats de la MdT visuo-spatiale et verbale, nous passons à ceux liés à la flexibilité (temps total des *Mondes envers* et total des réponses correctes en termes de *catégorisation*).

7.2.3- Comparaisons : Mondes envers :

La moyenne et l'écart-type du temps total des *Mondes envers* chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont décrits dans le tableau et la figure qui suivent.

Tableau 9 : Scores du temps total des *Mondes envers* chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Temps total mondes envers	CE1	CE2	CM1	p
DT	35.77 ± 7.454 ^b	32.40 ± 11.044 ^{a,b}	28.80 ± 4.405 ^a	0.006*
TSLE	43.57 ± 10.721 ^b	36.50 ± 8.127 ^a	32.17 ± 6.358 ^a	0.001*
p	0.001*	0.002*	0.039*	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiples

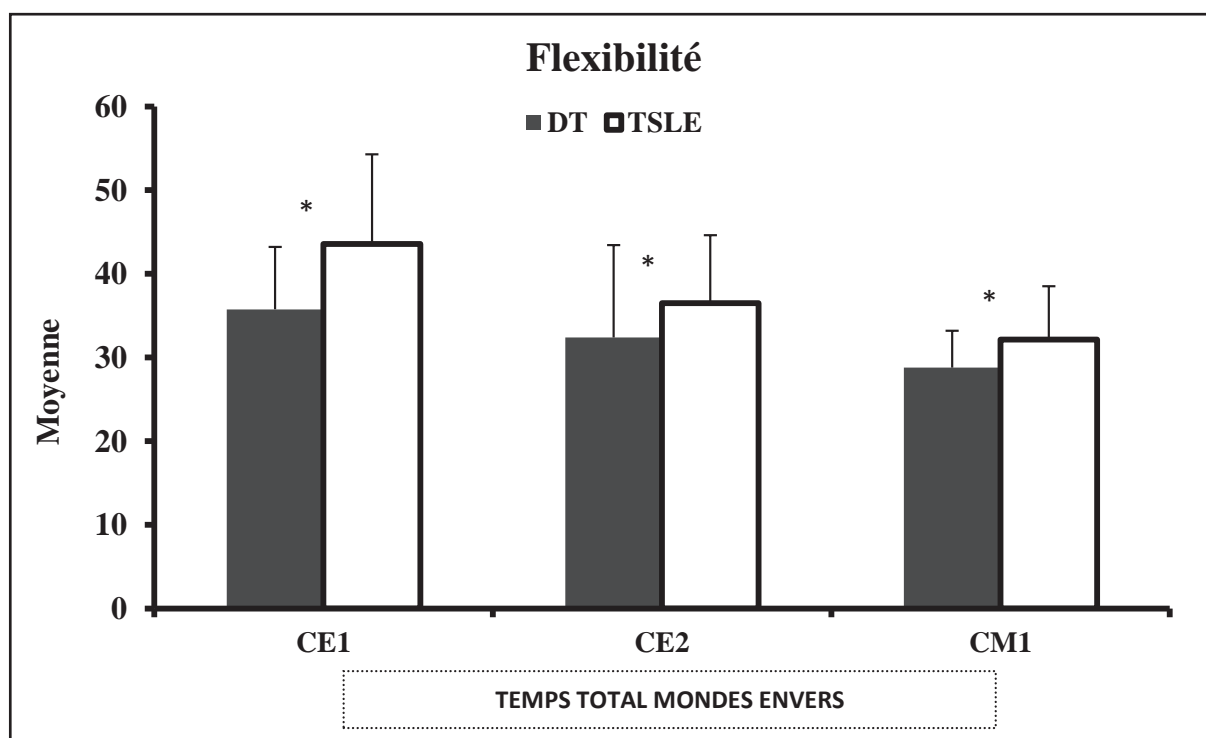


Figure 8 : Scores du temps total des *Mondes envers* chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

En comparant les enfants DT et TSLE : Le temps total des *Mondes envers* est significativement plus long chez les enfants TSLE et ceci pour les classes CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.002$) et CM1 ($p = 0.039$).

En comparaison inter-classes : Chez les enfants DT, le temps total des *Mondes envers* est significativement différent entre les classes ($p = 0.006$) ; il est plus long en CE1 (moyenne plus élevée), intermédiaire en CE2 et court en CM1 (moyenne plus basse).

Chez les enfants TSLE, le temps total des *Mondes envers* est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus long en CE1 (moyenne plus élevée) mais la différence n'est pas significative entre CE2 et CM1 ($p = 0.138$).

Suite à la présentation des résultats des *Mondes envers* nous passons à ceux liés à l'épreuve de *catégorisation* pour aussi évaluer la flexibilité.

7.2.4- Comparaisons : Catégorisation :

La moyenne et l'écart-type du nombre total des réponses correctes dans l'épreuve de *catégorisation* chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont décrits dans le tableau et la figure ci-joints.

Tableau 10 : Scores des réponses correctes en *catégorisation* chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Total réponses correctes	CE1	CE2	CM1	p
DT	2.23 ± 1.851 ^a	3.37 ± 1.542 ^b	3.07 ± 1.946 ^b	0.026*
TSLE	1.87 ± 1.224 ^a	2.13 ± 1.502 ^{a,b}	2.90 ± 1.826 ^b	0.047*
p	0.396	0.005*	0.699	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiples

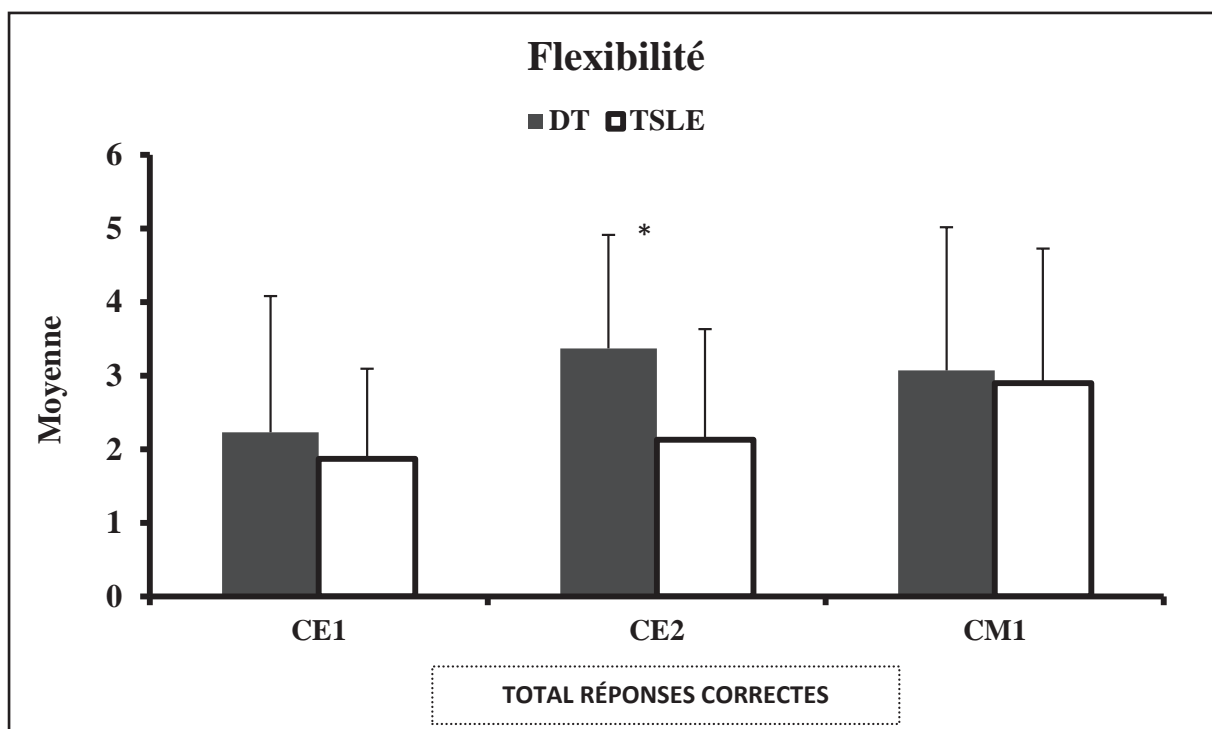


Figure 9 : Scores des réponses correctes en *catégorisation* chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

En comparant les enfants DT et TSLE : Le total des réponses correctes n'est pas significativement différent entre les deux groupes d'enfants en classe de CE1 ($p = 0.396$) et CM1 ($p = 0.699$). En revanche, il est plus important chez les enfants DT en CE2 ($p = 0.005$).

En comparaison inter-classes : Chez les enfants DT, le total des réponses correctes est significativement différent entre les classes ($p = 0.026$) ; la moyenne est plus faible en CE1 mais la différence n'est pas significative entre CE2 et CM1 ($p = 1.000$).

Chez les enfants TSLE, le total des réponses correctes est significativement différent entre les classes ($p = 0.047$) ; la moyenne est plus faible en CE1, intermédiaire en CE2 et élevée en CM1.

Suite à la présentation des résultats de *catégorisation* nous passons finalement à ceux liés à l'indice général d'erreurs pour évaluer la planification.

7.2.5- Comparaisons : Indice général d'erreurs :

La moyenne et l'écart-type de l'indice général d'erreur chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont illustrés dans le tableau et la figure qui suivent.

Tableau 11 : Scores de l'indice général d'erreurs chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Indice général d'erreurs	CE1	CE2	CM1	p
DT	4.59±3.116	3.94±2.433	4.13±3.533	0.767
TSLE	7.86±4.869 ^b	6.07±3.297 ^{a,b}	4.88±3.758 ^a	0.006*
p	0.001*	0.022*	0.417	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiples

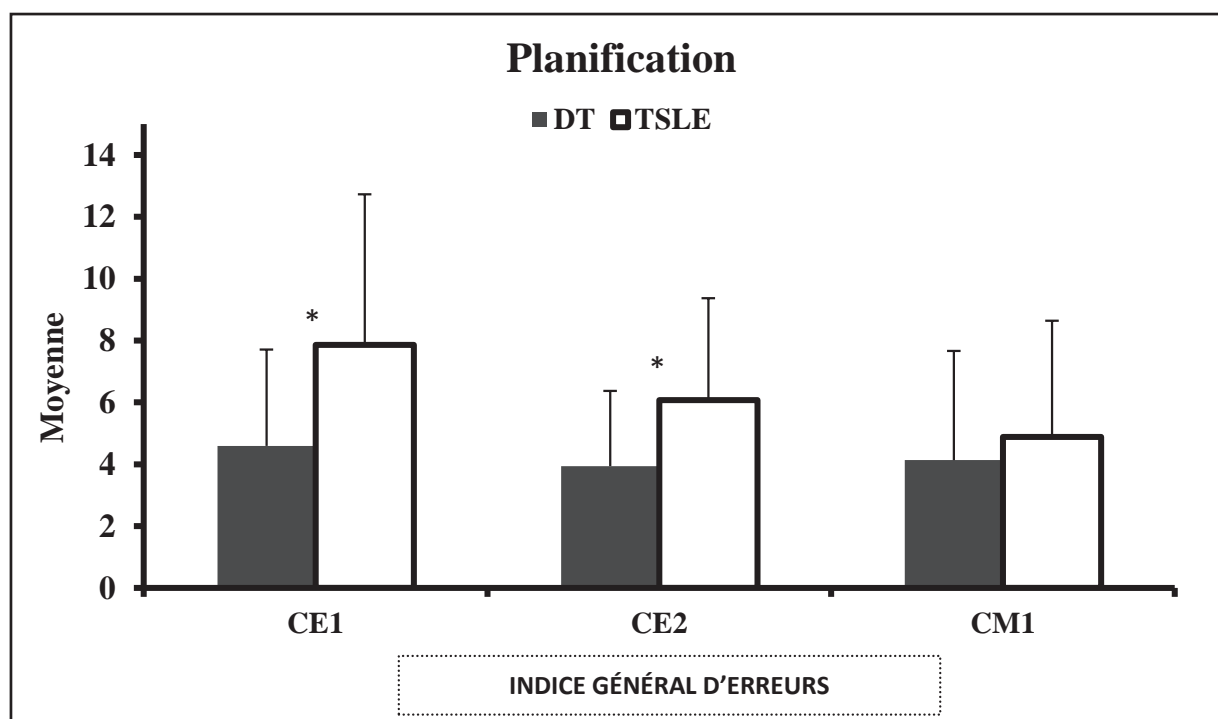


Figure 10 : Scores de l'indice général d'erreurs chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

En comparant les enfants DT et TSLE : L'indice général d'erreurs est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$) et CE2 ($p = 0.022$). En revanche, il n'est pas significativement différent chez les enfants de CM1 ($p = 0.417$).

En comparaison inter-classes : Chez les enfants DT, l'indice général d'erreur n'est pas significativement différent entre les classes ($p = 0.767$). Chez les enfants TSLE, l'indice général d'erreur est significativement différent entre les classes ($p = 0.006$) ; il est plus grand en CE1, intermédiaire en CE2 et bas en CM1.

Suite à la présentation des résultats des différentes épreuves exécutives, nous exposons dans ce qui suit les résultats liés aux épreuves orthographiques dans les deux langues.

7.3- Approche comparative des performances orthographiques en français et en arabe entre les différentes classes : DT versus TSLE :

Nous allons vérifier dans cette rubrique si **les performances orthographiques des enfants DT seraient supérieures à celles des enfants TSLE dans les deux langues, avec moins d'erreurs en arabe pour toute la population, et ceux pour toutes les classes d'âge considérées.** Nous présenterons les résultats de l'orthographe française puis ceux de l'orthographe arabe pour ensuite comparer ces deux langues par type d'erreurs et par classe. Nous exposerons ultérieurement les résultats de la vitesse de traitement dans les deux langues en comparant également les enfants DT et TSLE.

7.3.1- Comparaisons : Orthographe française :

La moyenne et l'écart-type du pourcentage d'erreurs des épreuves d'orthographe française chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Pourcentage d'erreurs dans les dictées françaises chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Résultats des épreuves d'orthographe française					
Pourcentage d'erreurs		CE1	CE2	CM1	p
Erreurs totales	DT	26.45% ± 14.78% ^b	17.04% ± 6.35% ^a	26.34% ± 11.55% ^b	0.008*
	TSLE	62.69% ± 18.10% ^c	39.57% ± 14.21% ^a	52.48% ± 11.24% ^b	0.001*
	p	0.001*	0.001*	0.001*	
Erreurs d'usage	DT	7.74% ± 4.37% ^b	3.28% ± 1.72% ^a	5.41% ± 3.59% ^a	0.001*
	TSLE	9.78% ± 4.90% ^b	5.81% ± 3.16% ^a	7.07% ± 3.08% ^a	0.001*
	p	0.030*	0.007*	0.041*	
Erreurs phonétiques	DT	4.19% ± 5.50%	4.57% ± 3.88%	6.10% ± 3.72%	0.701
	TSLE	24.19% ± 16.90% ^b	15.75% ± 10.25% ^a	16.83% ± 8.77% ^a	0.001*
	p	0.001*	0.001*	0.001*	
Erreurs grammaticales	DT	12.47% ± 7.32% ^b	8.49% ± 3.28% ^a	13.82% ± 7.28% ^b	0.012*
	TSLE	20.97% ± 11.85% ^b	12.53% ± 3.54% ^a	25.33% ± 5.85% ^b	0.001*
	p	0.001*	0.030*	0.001*	
Erreurs de segmentation	DT	1.94% ± 3.55%	0.70% ± 1.01%	0.57% ± 0.89%	0.239
	TSLE	9.89% ± 6.72% ^b	3.76% ± 2.13% ^a	3.29% ± 2.62% ^a	0.001*
	p	0.001*	0.001*	0.003*	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiples

En comparant les enfants DT et TSLE :

Les pourcentages sont significativement élevés chez les enfants TSLE pour tous les types d'erreurs :

Le pourcentage d'erreurs totales est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.001$).

Le pourcentage d'erreurs d'usage est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.030$), CE2 ($p = 0.007$) et CM1 ($p = 0.041$).

Le pourcentage d'erreurs phonétiques est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.001$).

Le pourcentage d'erreurs grammaticales est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.030$) et CM1 ($p = 0.001$).

Le pourcentage d'erreurs segmentation est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.003$).

En comparaison inter-classes :

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs totales est significativement différent entre les classes ($p = 0.008$) ; il est plus faible en CE2 mais la différence n'est pas significative entre CE1 et CM1 ($p = 1.000$). Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs totales est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus faible en CE2, intermédiaire en CM1 et élevé en CE1.

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs d'usage est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est élevé en CE1 mais la différence n'a pas été significative entre CE2 et CM1 ($p = 0.072$). Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs usages est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus élevé en CE1 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE2 ($p = 0.530$).

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs phonétiques n'est pas significativement différent entre les classes ($p = 0.701$). Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs phonétiques est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus élevé en CE1 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE2 ($p = 1.000$).

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs grammaticales est significativement différent entre les classes ($p = 0.012$) ; il est plus faible en CE2 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE1 ($p = 1.000$). Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs grammaticales est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus faible en CE2 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE1 ($p = 0.057$). Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs de segmentation n'est pas significativement différent entre les classes ($p = 0.239$). Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs de segmentation est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$); il est plus élevé en CE1 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE2 ($p = 1.000$).

Après avoir présenté les résultats de l'orthographe française, nous passons à la présentation des résultats de l'orthographe arabe.

7.3.2- Comparaisons : Orthographe arabe :

La moyenne et l'écart-type du pourcentage d'erreurs des épreuves d'orthographe arabe chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont décrits dans le tableau ci-joint.

Tableau 13 : Pourcentage d'erreurs dans les dictées arabes chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Résultats des épreuves d'orthographe arabe					
Pourcentage d'erreurs		CE1	CE2	CM1	p
Erreurs totales	DT	29.26% ± 17.14% ^c	22.47% ± 07.65% ^b	17.02% ± 12.02% ^a	0.007*
	TSLE	75.68% ± 21.89% ^b	44.44% ± 13.87% ^a	37.49% ± 12.66% ^a	0.001*
	p	0.001*	0.001*	0.001*	
Erreurs d'usage	DT	1.73% ± 3.03% ^b	2.04% ± 1.97% ^b	0.29% ± 0.67% ^a	0.002*
	TSLE	1.73% ± 2.33% ^a	3.21% ± 1.75% ^b	1.29% ± 1.38% ^a	0.001*
	p	1.000	0.024*	0.002*	
Erreurs phonétiques	DT	14.81% ± 9.58% ^b	11.36% ± 5.83% ^{a,b}	9.77% ± 5.58% ^a	0.033*
	TSLE	43.46% ± 19.69% ^b	24.38% ± 12.58% ^a	20.82% ± 10.13% ^a	0.001*
	p	0.001*	0.001*	0.001*	
Erreurs grammaticales	DT	11.11% ± 7.66% ^b	8.89% ± 3.87% ^{a,b}	6.67% ± 6.49% ^a	0.041*
	TSLE	20.86% ± 9.80% ^b	14.14% ± 4.52% ^a	13.45% ± 6.47% ^a	0.001*
	p	0.001*	0.003*	0.001*	
Erreurs de segmentation	DT	1.60% ± 4.53%	0.12% ± 0.47%	0.29% ± 1.04%	0.439
	TSLE	9.63% ± 9.41% ^b	2.90% ± 5.19% ^a	2.05% ± 2.40% ^a	0.001*
	p	0.001*	0.001*	0.001*	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiple

En comparant les enfants DT et TSLE :

Comme en français, les pourcentages en arabe sont significativement élevés chez les enfants TSLE pour tous les types d'erreurs :

Le pourcentage d'erreurs totales est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.001$).

Le pourcentage d'erreurs d'usage est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE2 ($p = 0.024$) et CM1 ($p = 0.002$) ; mais en CE1, la différence n'est pas significative ($p = 1.000$).

Le pourcentage d'erreurs phonétiques est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.001$).

Le pourcentage d'erreurs grammaticales est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.003$) et CM1 ($p = 0.001$).

Le pourcentage d'erreurs de segmentation est significativement élevé chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.001$).

En comparaison inter-classes :

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs totales est significativement différent entre les classes ($p = 0.007$) ; il est élevé en CE1, intermédiaire en CE2 et faible en CM1. Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs totales est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est élevé en CE1, mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE2 ($p = 0.215$).

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs d'usage est significativement différent entre les classes ($p = 0.002$) ; il est faible en CM1 mais la différence n'est pas significative entre CE1 et CE2 ($p = 1.000$). Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs d'usage est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus élevé en CE2 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE1 ($p = 1.000$).

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs phonétiques est significativement différent entre les classes ($p = 0.033$) ; il est faible en CM1, intermédiaire en CE2 et élevé en CE1. Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs phonétiques est significativement différent

entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus élevé en CE1 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE2 ($p = 0.706$).

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs grammaticales est significativement différent entre les classes ($p = 0.041$) ; il est élevé en CE1, intermédiaire en CE2 et faible en CM1. Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs grammaticales est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est élevé en CE1 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE2 ($p = 1.000$).

Chez les enfants DT, le pourcentage d'erreurs de segmentation n'est pas significativement différent entre les classes ($p = 0.439$). Chez les enfants TSLE, le pourcentage d'erreurs de segmentation est significativement différent entre les classes ($p = 0.001$) ; il est plus élevé en CE1 mais la différence n'est pas significative entre CM1 et CE2 ($p = 1.000$).

Suite à la présentation des résultats de l'orthographe arabe, nous exposons dans ce qui suit une comparaison directe entre les deux langues par type d'erreur et par classe.

7.3.3- Comparaison entre les deux langues par type d'erreur et par classe :

La moyenne et l'écart-type des pourcentages d'erreurs des épreuves d'orthographe dans les deux langues, chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont présentés dans les graphes ci-dessous. Nous présenterons successivement les comparaisons au niveau : des erreurs totales, des erreurs d'usage, phonétiques, grammaticales puis celles de segmentation.

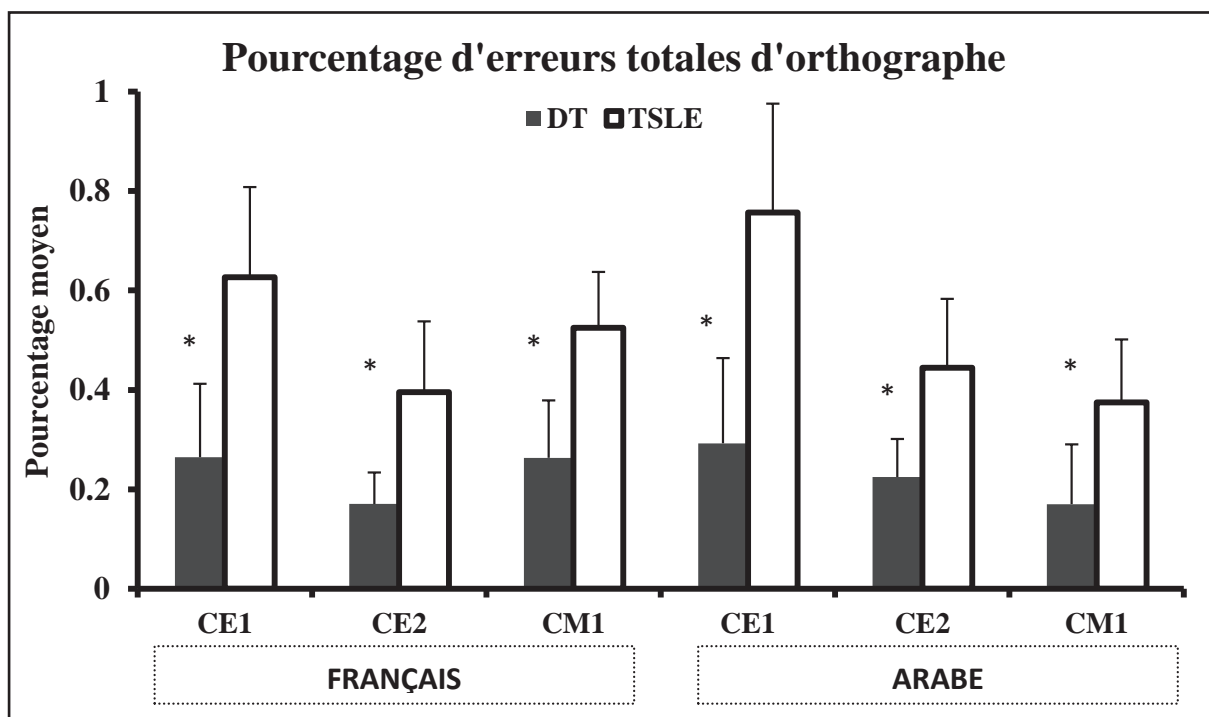


Figure 11 : Pourcentage d'erreurs totales d'orthographe dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Le pourcentage d'erreurs totales en orthographe française est significativement plus faible que celui de l'orthographe arabe et ceci pour les enfants DT des classes CE2 ($p = 0.005$), et les enfants TSLE des classes CE1 ($p = 0.005$) et CE2 ($p = 0.046$). Pour les enfants DT en CE1, la différence n'est pas significative ($p = 0.448$).

Le pourcentage d'erreurs totales en orthographe française est significativement plus élevé que celui de l'orthographe arabe et ceci pour les enfants DT ($p = 0.004$) et TSLE ($p = 0.001$) des classes de CM1.

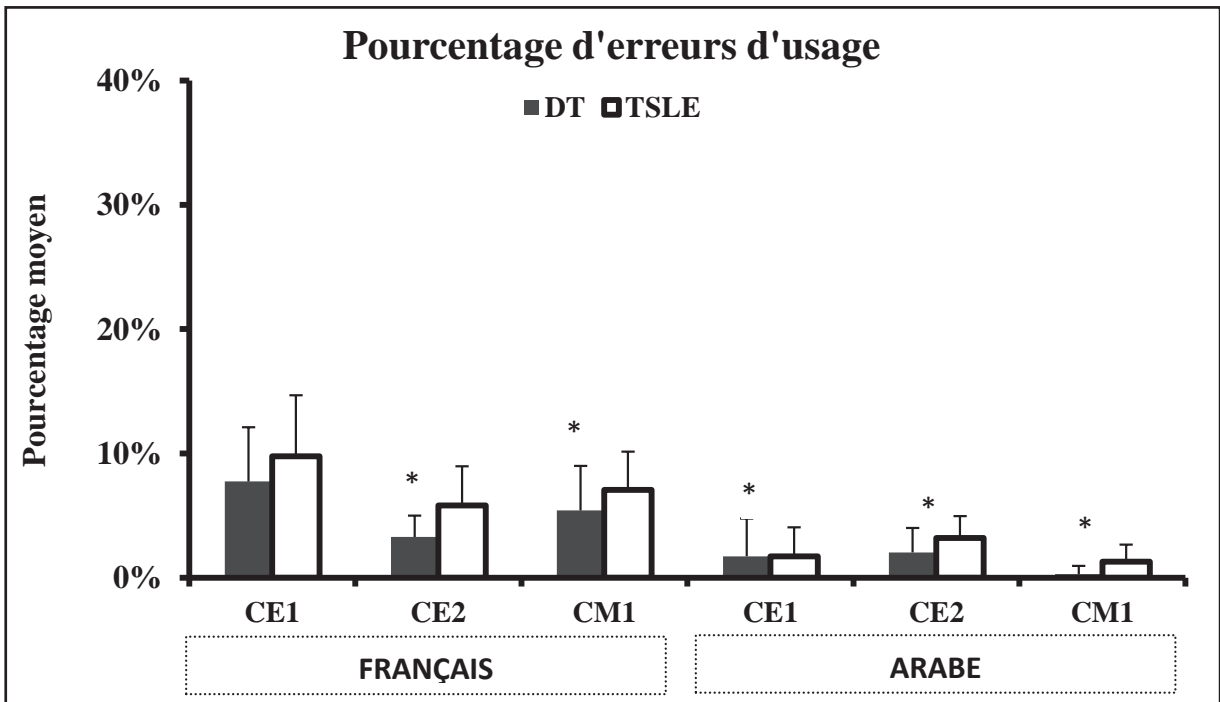


Figure 12 : Pourcentage d'erreurs d'usage dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Le pourcentage d'erreurs d'usage en français est significativement plus élevé que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE et pour les classes CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.001$).

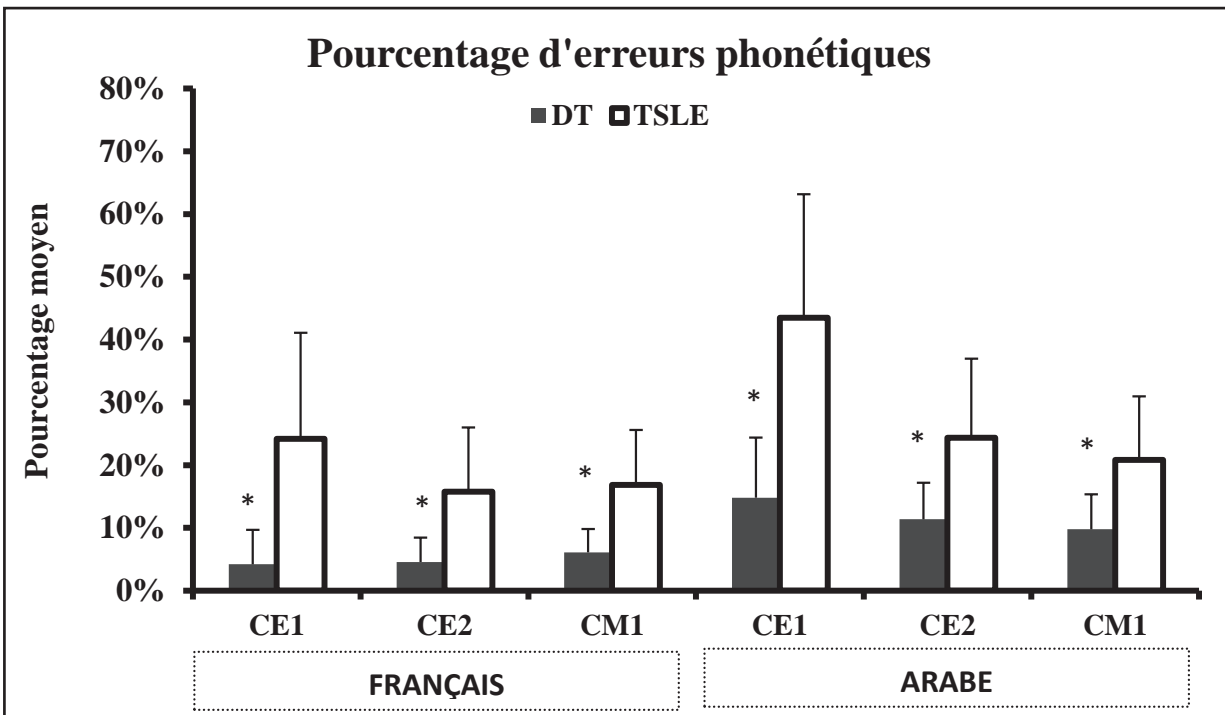


Figure 13 : Pourcentage d'erreurs phonétiques dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Le pourcentage d'erreurs phonétiques en français est significativement plus faible que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE et pour les classes CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p < 0.050$).

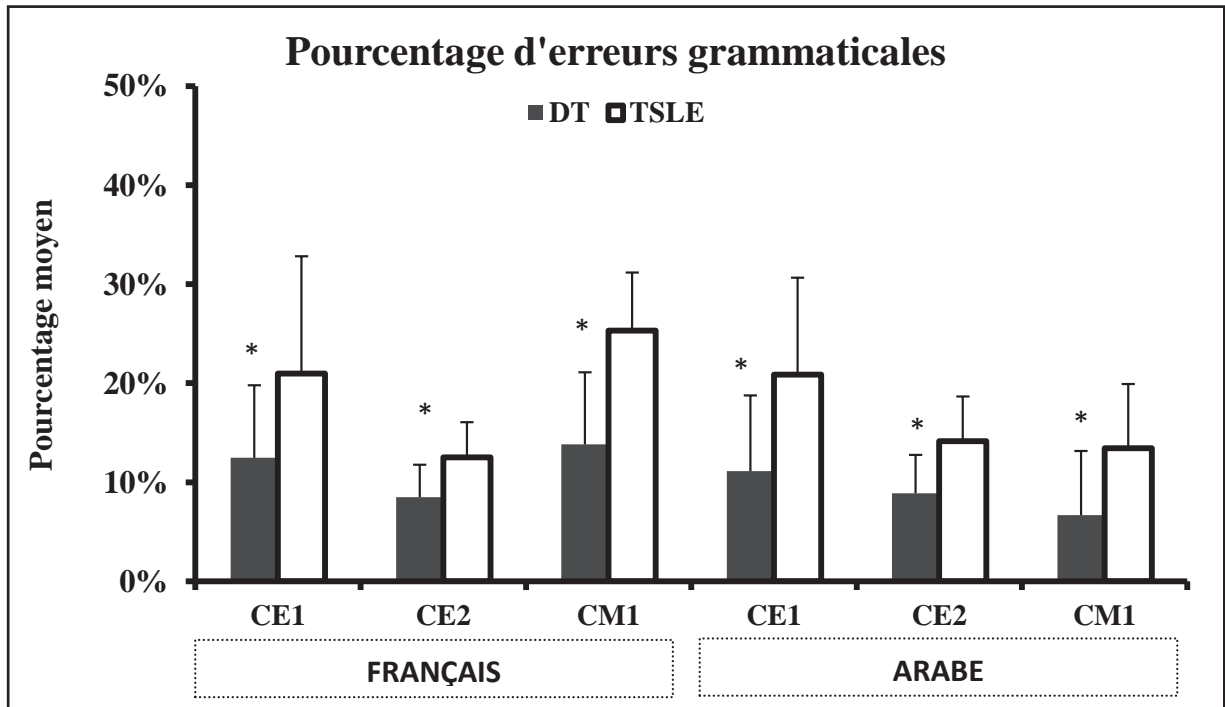


Figure 14 : Pourcentage d'erreurs grammaticales dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Le pourcentage d'erreurs grammaticales en français n'est pas significativement différent que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE et pour les classes CE1 ($p = 0.364$ pour DT ; $p = 0.964$ pour TSLE) et CE2 ($p = 0.653$ pour DT ; $p = 0.124$ pour TSLE).

En revanche, le pourcentage d'erreurs grammaticales en français est significativement élevé que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT ($p = 0.001$) et TSLE ($p = 0.001$) des classes de CM1.

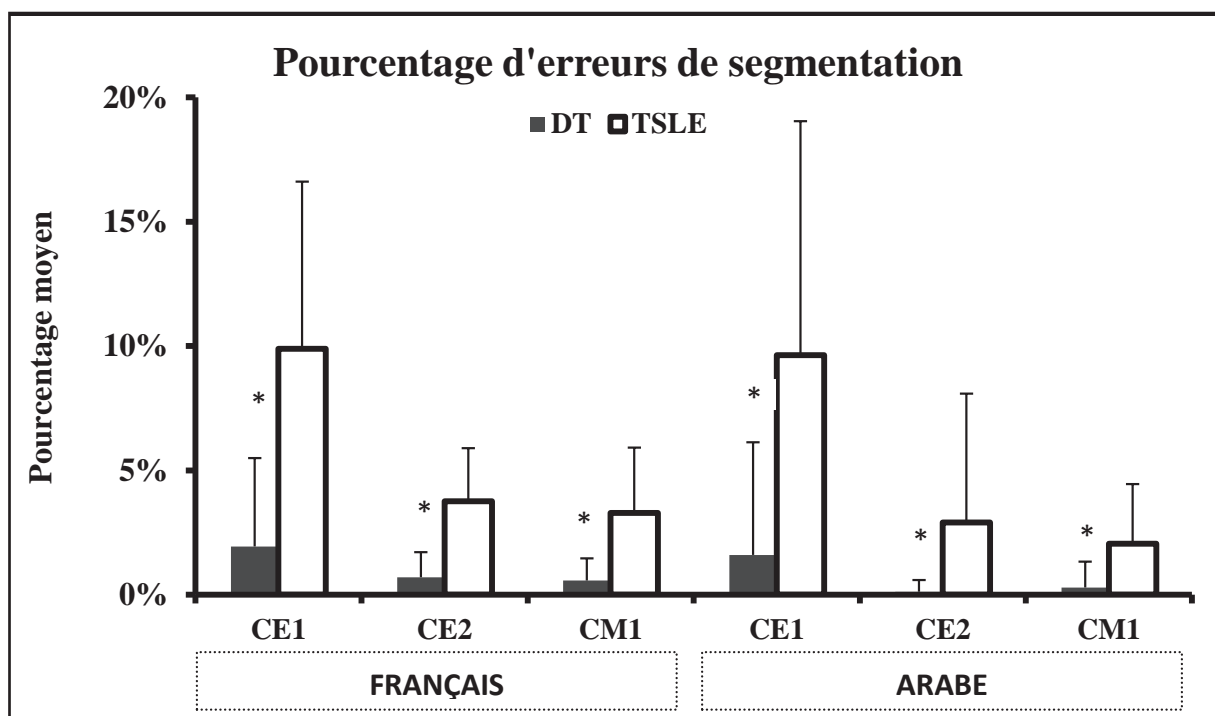


Figure 15 : Pourcentage d'erreurs de segmentation dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Le pourcentage d'erreurs de segmentation en français n'est pas significativement différent que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE et pour les classes CE1 ($p = 0.749$ pour DT ; $p = 0.900$ pour TSLE), CE2 ($p = 0.321$ pour TSLE) et CM1 ($p = 0.317$ pour DT). Le pourcentage d'erreurs de segmentation en français est plus élevé que celui arabe pour les enfants DT en CE2 ($p = 0.008$) et les enfants TSLE en CM1 ($p = 0.047$).

Suite à la présentation des comparaisons directes entre les deux langues par type d'erreur et par classe, nous passons à l'étude des résultats de la vitesse de traitement qui a été recueillie à partir du nombre de mots des différentes dictées et des temps de rédaction (en secondes).

7.3.4- Comparaisons : Vitesse de traitement :

La moyenne et l'écart-type de la vitesse de traitement en français et en arabe chez les enfants DT et TSLE selon la classe sont illustrés dans le tableau et la figure qui suivent.

Tableau 14 : Vitesse de traitement en orthographe dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

Vitesse en français	CE1	CE2	CM1	p
DT	0.15 ± 0.037 ^a	0.19 ± 0.033 ^b	0.22 ± 0.037 ^c	0.001*
TSLE	0.10 ± 0.037 ^a	0.16 ± 0.041 ^b	0.19 ± 0.052 ^c	0.001*
p	0.001*	0.001*	0.007*	
Vitesse en arabe	CE1	CE2	CM1	p
DT	0.087 ± 0.033 ^a	0.121 ± 0.032 ^b	0.142 ± 0.032 ^c	0.001*
TSLE	0.065 ± 0.028 ^a	0.114 ± 0.038 ^b	0.123 ± 0.036 ^b	0.001*
p	0.013*	0.399	0.029*	

Des lettres différentes indiquent une différence significative selon les comparaisons multiples

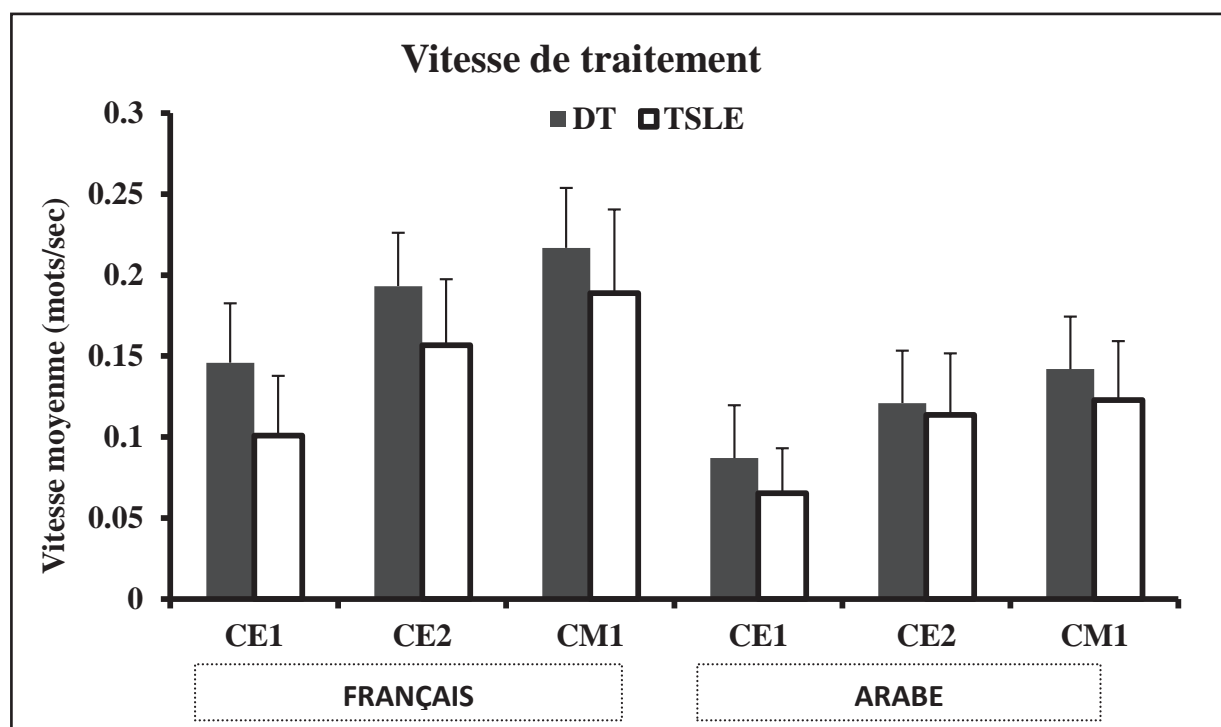


Figure 16 : Vitesse de traitement en orthographe dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE selon les classes.

En comparant les enfants DT et TSLE : La vitesse de traitement en langue française est significativement plus basse chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.007$).

La vitesse de traitement en langue arabe est significativement plus basse chez les enfants TSLE en classe de CE1 ($p = 0.013$) et CM1 ($p = 0.029$) mais non significative pour la classe de CE2 ($p = 0.399$).

En comparaison inter-classes : Chez les enfants DT ($p = 0.001$) et TSLE ($p = 0.001$), la vitesse de traitement en français est significativement différente entre les classes ; elle est basse en CE1, intermédiaire en CE2 et élevée en CM1.

Chez les enfants DT, la vitesse de traitement en arabe est significativement différente entre les classes ($p = 0.001$) ; elle est basse en CE1, intermédiaire en CE2 et élevée en CM1. Chez les enfants TSLE, la vitesse de traitement en arabe est significativement différente entre les classes ($p = 0.001$) ; elle est basse en CE1, mais la différence n'est pas significative entre CE2 et CM1 ($p = 0.867$).

A noter que la vitesse de rédaction en français est significativement plus élevée que la vitesse de rédaction en arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE et pour les classes CE1 ($p = 0.001$), CE2 ($p = 0.001$) et CM1 ($p = 0.001$).

Suite à l'exposition des résultats de l'évaluation de l'orthographe dans les deux langues, nous passons dans ce qui suit aux résultats des corrélations entre les FE et les performances orthographiques.

7.4- Liens entre les FE et les performances orthographiques en français et en arabe chez les enfants DT et TSLE :

Dans cette dernière rubrique, nous allons vérifier si **l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification s'impliqueraient de manière plus marquée en langue arabe qu'en langue française en étant corrélées à la précision et à la vitesse de traitement de l'orthographe chez toute la population.** Nous présenterons d'abord les corrélations entre les FE, le pourcentage d'erreurs totales en orthographe et la vitesse de traitement ; puis les corrélations entre chaque FE et chaque type d'erreur orthographique dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE.

7.4.1- Corrélations : FE, Pourcentage d'erreurs totales en orthographe et Vitesse de traitement :

Les corrélations obtenues chez toute la population d'enfants DT et d'enfants TSLE entre les différentes épreuves exécutives et orthographiques sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Corrélation entre les épreuves exécutives et les épreuves d'orthographe chez les enfants DT et TSLE.

			% d'erreurs Orthographe Française	Vitesse de dictée Française	% d'erreurs Orthographe Arabe	Vitesse de dictée Arabe
DT	Index d'impulsivité	Corrélation	.433	-.143	.254	-.121
		p	.000*	.177	.016*	.258
		n	90	90	90	90
	Test de Corsi	Corrélation	-.142	.162	-.232	.139
		p	.180	.128	.028*	.192
		n	90	90	90	90
Rétention de chiffres	Corrélation	-.089	.227	-.288	.227	
	p	.404	.031*	.006*	.031*	
	n	90	90	90	90	
Temps total mondes envers	Corrélation	.027	-.428	.134	-.407	
	p	.798	.000*	.208	.000*	
	n	90	90	90	90	
Total réponses correctes	Corrélation	-.209	.157	-.359	.126	
	p	.048*	.140	.001*	.235	
	n	90	90	90	90	
Indice général d'erreurs	Corrélation	.133	.133	.100	.078	
	p	.213	.212	.348	.467	
	n	90	90	90	90	
TSLE	Index d'impulsivité	Corrélation	.161	-.356	.399	-.360
		p	.130	.001*	.000*	.000*
		n	90	90	90	90
	Test de Corsi	Corrélation	-.102	.170	-.161	.123
		p	.337	.110	.129	.247
		n	90	90	90	90
Rétention de chiffres	Corrélation	.018	.101	-.140	.080	
	p	.866	.343	.187	.451	
	n	90	90	90	90	
Temps total mondes envers	Corrélation	.168	-.504	.368	-.433	
	p	.112	.000*	.000*	.000*	
	n	90	90	90	90	
Total réponses correctes	Corrélation	-.028	.141	-.132	.066	
	p	.790	.184	.214	.536	
	n	90	90	90	90	
Indice général d'erreurs	Corrélation	.005	-.229	.368	-.321	
	p	.962	.030*	.000*	.002*	
	n	90	90	90	90	

Nous relevons une corrélation positive significative entre l'index d'impulsivité et le pourcentage d'erreurs en orthographe française ($r = 0.433$; $p = 0.001$) et arabe ($r = 0.254$; $p = 0.001$) chez les enfants DT et le pourcentage d'erreurs en orthographe arabe chez les enfants TSLE ($r = 0.399$; $p = 0.001$). Lorsque l'index d'impulsivité augmente, le pourcentage d'erreurs augmente significativement.

Une corrélation négative significative est également relevée entre l'index d'impulsivité et la vitesse de traitement en français ($r = -0.356$; $p = 0.001$) et en arabe ($r = -0.360$; $p = 0.001$) chez les enfants TSLE. Lorsque l'index d'impulsivité augmente, la vitesse diminue significativement.

Une corrélation négative significative est trouvée entre le test de Corsi et le pourcentage d'erreurs en orthographe arabe ($r = -0.232$; $p = 0.028$) chez les enfants DT. Lorsque l'empan augmente, le pourcentage d'erreurs diminue significativement.

Une corrélation négative significative est trouvée entre la rétenion de chiffres et le pourcentage d'erreurs en orthographe arabe ($r = -0.288$; $p = 0.006$) chez les enfants DT. Lorsque l'empan augmente, le pourcentage d'erreurs diminue significativement.

Une corrélation positive significative est également trouvée entre la rétenion de chiffres et la vitesse de traitement en français ($r = 0.227$; $p = 0.031$) et en arabe ($r = 0.227$; $p = 0.031$) chez les enfants DT. Lorsque l'empan augmente, la vitesse augmente significativement.

Une corrélation positive significative est relevée entre le temps total des Mondes envers et le pourcentage d'erreurs en orthographe arabe chez les enfants TSLE ($r = 0.368$; $p = 0.001$). Lorsque le temps total des *Mondes envers* augmente, le pourcentage d'erreurs augmente significativement.

Nous relevons aussi une corrélation négative significative entre le temps total des *Mondes envers* et la vitesse de traitement en français ($r = -0.428$; $p = 0.001$) et en arabe ($r = -0.407$; $p = 0.001$) chez les enfants DT, et la vitesse de traitement en français ($r = -0.504$; $p = 0.001$) et en arabe ($r = -0.433$; $p = 0.001$) chez les enfants TSLE. Lorsque le temps total des *Mondes envers* augmente, la vitesse de traitement diminue significativement.

Une corrélation négative significative est trouvée entre le total de réponses correctes en catégorisation et le pourcentage d'erreurs en orthographe française ($r = -0.209$; $p = 0.048$) et arabe ($r = -0.359$; $p = 0.001$) chez les enfants DT. Lorsque le total de réponses correctes augmente, le pourcentage d'erreurs diminue significativement.

Une corrélation positive significative est trouvée entre l'indice général d'erreurs et le pourcentage d'erreurs en orthographe arabe ($r = 0.368$; $p = 0.001$) chez les enfants TSLE. Lorsque l'indice général d'erreurs augmente, le pourcentage d'erreur augmente significativement.

Nous relevons finalement une corrélation négative significative entre l'indice général d'erreurs et la vitesse de traitement en français ($r = -0.229$; $p = 0.030$) et arabe ($r = -0.321$; $p = 0.002$) chez les enfants TSLE. Lorsque l'indice général d'erreurs augmente, la vitesse diminue significativement.

Suite à la présentation des résultats des corrélations entre les FE et le pourcentage des erreurs totales orthographiques dans les deux langues, nous passons à l'analyse des résultats de corrélations par type d'erreur en français puis en arabe.

7.4.2- Corrélations : FE et Types d'erreurs orthographiques :

Nous allons exposer dans le tableau suivant les corrélations obtenues chez toute la population d'enfants DT et TSLE entre les épreuves exécutives et les différents types d'erreurs orthographiques en français.

Tableau 16 : Corrélation entre les épreuves exécutives et les types d'erreurs d'orthographe en français chez les enfants DT et TSLE.

Types d'erreurs d'orthographe en français						
			Pourcentage d'erreurs d'usage	Pourcentage d'erreurs phonétiques	Pourcentage d'erreurs grammaticales	Pourcentage d'erreurs de segmentation
DT	Index d'impulsivité	Corrélation	.297	.362	.413	.313
		p	.004*	.000*	.000*	.003*
		n	90	90	90	90
	Test de Corsi	Corrélation	-.147	-.120	-.087	-.043
		p	.166	.262	.417	.691
		n	90	90	90	90
	Rétention de chiffres	Corrélation	-.221	.048	-.065	-.039
p		.037*	.652	.544	.718	
n		90	90	90	90	
Temps total mondes envers	Corrélation	.142	.004	-.006	-.025	
	p	.180	.972	.952	.812	
	n	90	90	90	90	
Total réponses correctes	Corrélation	-.050	-.156	-.249	-.159	
	p	.637	.142	.018*	.135	
	n	90	90	90	90	
Indice général d'erreurs	Corrélation	.037	.086	.147	.078	
	p	.728	.421	.166	.465	
	n	90	90	90	90	
TSLE	Index d'impulsivité	Corrélation	.320	.166	.013	.239
		p	.002*	.118	.901	.023*
		n	90	90	90	90
	Test de Corsi	Corrélation	-.116	-.121	.119	-.247
		p	.278	.258	.262	.019*
		n	90	90	90	90
	Rétention de chiffres	Corrélation	-.027	-.109	.323	-.100
p		.799	.308	.002*	.347	
n		90	90	90	90	
Temps total mondes envers	Corrélation	.343	.101	-.093	.264	
	p	.001*	.345	.381	.012*	
	n	90	90	90	90	
Total réponses correctes	Corrélation	-.041	-.034	.099	-.165	
	p	.701	.750	.353	.121	
	n	90	90	90	90	
Indice général d'erreurs	Corrélation	.210	-.031	.197	.065	
	p	.047*	.773	.063	.542	
	n	90	90	90	90	

Des corrélations significatives positives sont trouvées entre l'index d'impulsivité et les différents types d'erreurs en français ($p < 0.05$) chez les enfants DT et TSLE. Lorsque l'index d'impulsivité augmente, les erreurs augmentent.

Le test de Corsi est négativement corrélé avec la fréquence d'erreurs de segmentation chez les enfants TSLE ($r = -0.247$; $p = 0.019$). Lorsque l'empan visuo-spatial augmente, les erreurs de segmentation diminuent.

La rétenion des chiffres est négativement corrélée avec la fréquence d'erreurs d'usage chez les enfants TSLE ($r = -0.221$; $p = 0.037$). Lorsque l'empan verbal augmente, les erreurs d'usage diminuent.

Une corrélation significative positive est trouvée entre le temps total des Mondes envers et la fréquence d'erreurs d'usage ($r = 0.343$; $p = 0.001$) et d'erreurs de segmentation ($r = 0.264$; $p = 0.012$) chez les enfants TSLE. Lorsque le temps augmente, les erreurs augmentent.

Une corrélation significative négative est trouvée entre le total de réponses correctes en catégorisation et la fréquence d'erreurs grammaticales en français ($r = -0.249$; $p = 0.018$) chez les enfants DT. Lorsque les réponses correctes augmentent, les erreurs grammaticales diminuent.

Une corrélation significative positive est relevée entre l'indice général d'erreur et la fréquence d'erreurs usage ($r = 0.210$; $p = 0.047$) chez les enfants TSLE. Lorsque l'indice augmente, les erreurs d'usage augmentent.

Nous allons exposer dans le tableau suivant les corrélations obtenues chez toute la population d'enfants DT et TSLE entre les épreuves exécutives et les différents types d'erreurs orthographiques en arabe.

Tableau 17 : Corrélation entre les épreuves exécutives et les types d'erreurs d'orthographe en arabe chez les enfants DT et TSLE.

Types d'erreurs d'orthographe en arabe						
			Pourcentage d'erreurs d'usage	Pourcentage d'erreurs phonétiques	Pourcentage d'erreurs grammaticales	Pourcentage d'erreurs de segmentation
DT	Index d'impulsivité	Corrélation	.040	.180	.333	-.029
		p	.711	.089	.001*	.783
		n	90	90	90	90
	Test de Corsi	Corrélation	-.124	-.199	-.138	-.199
		p	.243	.061	.196	.060
		n	90	90	90	90
	Rétention de chiffres	Corrélation	-.074	-.241	-.232	-.122
p		.486	.022*	.028*	.251	
n		90	90	90	90	
Temps total mondes envers	Corrélation	.028	.214	.027	.047	
	p	.792	.043*	.801	.659	
	n	90	90	90	90	
Total réponses correctes	Corrélation	-.090	-.409	-.172	-.241	
	p	.396	.000*	.105	.022*	
	n	90	90	90	90	
Indice général d'erreurs	Corrélation	.046	.219	.070	-.021	
	p	.670	.038*	.513	.841	
	n	90	90	90	90	
TSLE	Index d'impulsivité	Corrélation	-.063	.291	.239	.309
		p	.553	.005*	.024*	.003*
		n	90	90	90	90
	Test de Corsi	Corrélation	-.145	-.043	-.098	-.304
		p	.174	.689	.359	.004*
		n	90	90	90	90
	Rétention de chiffres	Corrélation	-.037	-.131	-.003	-.113
p		.729	.220	.975	.290	
n		90	90	90	90	
Temps total mondes envers	Corrélation	-.060	.317	.120	.285	
	p	.574	.002*	.262	.006*	
	n	90	90	90	90	
Total réponses correctes	Corrélation	-.022	-.044	-.223	-.151	
	p	.840	.683	.035*	.156	
	n	90	90	90	90	
Indice général d'erreurs	Corrélation	.153	.269	.193	.247	
	p	.151	.010*	.068	.019*	
	n	90	90	90	90	

Des corrélations significatives positives sont trouvées entre l'index d'impulsivité, le temps total des Mondes envers, l'indice général d'erreurs et les différents types d'erreurs en arabe ($p < 0.05$) chez les enfants DT et TSLE. Lorsque ces valeurs augmentent, les erreurs orthographiques augmentent.

Des corrélations significatives négatives sont trouvées entre le test de Corsi et la fréquence d'erreurs de segmentation en arabe ($r = -0.304$; $p = 0.040$) chez les enfants TSLE. Lorsque l'empan visuo-spatial augmente, les erreurs de segmentation diminuent.

Des corrélations significatives négatives sont trouvées entre la rétenion de chiffres et la fréquence d'erreurs phonétiques ($r = -0.241$; $p = 0.022$) et grammaticales ($r = -0.232$; $p = 0.028$) chez les enfants DT. Lorsque l'empan verbal augmente, les erreurs phonétiques et grammaticales diminuent.

Finalement, des corrélations significatives négatives sont relevées entre le total de réponses correctes en *catégorisation* et les différents types d'erreurs en arabe ($p < 0.05$) chez les enfants DT et TSLE. Lorsque les réponses correctes augmentent, les erreurs diminuent en arabe.

Suite à ce chapitre, la discussion générale de tous les résultats obtenus au niveau des FE, de l'orthographe et des corrélations sera élaborée.

CHAPITRE 8

Discussion générale

Les fonctions exécutives sont des processus cognitifs nécessaires à contrôler et régulariser les pensées et les actions. Elles se retrouvent fortement impliquées dans les apprentissages, y compris celui du langage écrit. De nombreuses études (e.g., Altemeier et al., 2008 ; Drijbooms et al., 2015 ; Schelstraete & Maillart, 2004 ; Valdois, 2004 ; Zesiger, 2003) s'accordent sur des corrélations entre certaines FE et performances en lecture et en orthographe même si ce champ de recherche reste encore peu étudié et plus particulièrement dans le cadre du bilinguisme.

Au Liban, le contexte bilingue semblerait avoir une influence sur le fonctionnement exécutif et l'acquisition de l'orthographe chez les enfants d'âge scolaire. C'est dans cette perspective que notre étude vise à explorer l'effet du développement des FE sur les performances en orthographe en français et en arabe chez 90 enfants DT et 90 autres TSLE libanais francophones, scolarisés en CE1, CE2 et CM1. Ces enfants ont été appariés selon l'âge, le type d'école et la langue primaire.

L'évaluation des FE reste débattue (Grefex, 2008) de part l'implication de différents processus exécutifs au sein d'une même tâche. Par exemple, dans l'épreuve de *Corsi* (Corsi, 1972), le rappel des différents emplacements des blocs qui constituent la séquence (dimension spatiale) et l'ordre dans lequel ils apparaissent (dimension temporelle) fait appel à différentes ressources de nature exécutive. Cette épreuve exploite bien l'un des mécanismes de la MdT, qui est elle-même liée à la fonction de mise à jour (Van der Linden, Hupet & Feyereisen, 2010). Rudkin, Pearson et Logie (2007) rajoutent que les blocs de *Corsi* sollicitent les fonctions attentionnelles d'une façon plus importante lors de l'épreuve « envers » par rapport à l'épreuve « endroit ». Cette absence de consensus a nécessité de limiter dans notre étude l'évaluation des FE à quelques épreuves. L'inhibition a été évaluée par le test *d'appariement d'images* (Marquet-Doléac et al., 1999) et la MdT par l'épreuve classique *d'empan de chiffres envers* en modalité verbale (Jacquier-Roux et al., 2005) et par l'épreuve de *Corsi* (Corsi, 1972) en modalité visuo-spatiale. Les compétences en flexibilité ont été évaluées à la fois dans l'épreuve des *Mondes contraires* (Manly et al., 2006) et

l'épreuve de *catégorisation* (Korkman et al., 2012). L'évaluation des compétences de planification s'est effectuée à partir des labyrinthes issus du test *Laby 5-12* (Marquet-Doléac et al., 2010). Quant aux compétences orthographiques, elles ont été évaluées à travers les épreuves de *dictées de phrases* (Kéchichian, 2006) correspondantes à chaque niveau de classe.

Les résultats obtenus au niveau des FE, de l'orthographe et des corrélations (présentés dans le chapitre 7) seront discutés dans ce qui suit afin de valider, ou pas, nos hypothèses.

8.1- FE des enfants DT versus TSLE : des résultats classiques :

Les résultats aux épreuves testant les compétences d'inhibition, de MdT, de flexibilité et de planification viennent confirmer notre première hypothèse qui postule que les performances au niveau de toutes les FE évoluent d'une manière plus efficiente chez les enfants DT que chez les enfants TSLE, d'une classe à l'autre (CE1/CE2/CM1).

En comparant les deux groupes d'enfants au niveau de l'inhibition et de la MdT, les tests statistiques montrent avec des effets significatifs que les enfants TSLE sont plus impulsifs que les enfants DT surtout en classes de CE1 et CE2 et présentent une plus faible mémoire visuo-spatiale et verbale. Ces résultats sont en accord avec la littérature qui montre que les enfants, plus jeunes, sont plus impulsifs et les progrès développementaux les plus significatifs seraient observés à partir de l'âge de 9 ans (Romine & Reynolds, 2005). Les études de Reiter et al. (2005) et Alahmadi (2017) ont également montré que les enfants TSLE étaient plus lents dans les traitements des informations visuelles et plus faibles que les enfants DT dans les conditions d'inhibition. Selon Alahmadi (2017), cela est probablement la conséquence d'un retard de maturation du cortex frontal. Nos résultats concordent aussi avec ceux de Majerus et Cowan (2016) qui rajoutent qu'une altération de la mémoire verbale à court terme d'une série est fréquemment rapportée chez les enfants TSLE. Cette altération s'est produite pour la rétention de l'information de séquence verbale et visuo-spatiale.

Les déficits remarqués chez les enfants TSLE au niveau de l'inhibition qui a été évaluée à travers un test attentionnel visuel et au niveau de la MdT visuo-spatiale, pourraient être

renvoyés aussi au déficit magnocellulaire qui a été principalement décrit à travers les études de Galaburda cité par Robichon (1996) puis dans la recherche de Giraldo-Chica et Schneider (2018). Ces derniers ont mis en évidence des différences hémisphériques entre les sujets DT et TSLE au niveau du noyé géniculé latéral NGL qui est lié au système visuel. Selon Valdois et al. (2003) et Boden et Giaschi (2007), le trouble magnocellulaire entraîne un déficit des traitements visuels de bas niveau (i.e., persistance visuelle, sensibilité aux contrastes, perception du mouvement), un traitement partiel de la séquence visuelle, un problème de mémorisation, une réduction de l'objet à traiter et donc des troubles du langage écrit. Ces déficits observés dans notre étude peuvent être également expliqués par la théorie de Bosse et al. (2007), qui ont mis en évidence chez les enfants TSLE un dysfonctionnement visuel/attentionnel dû à un déplacement attentionnel ralenti, un déficit de l'empan VA et à un encombrement perceptif. Pour Lobier et al. (2012), le déficit VA est mis en évidence pour le matériel verbal (lettres) et s'étend aussi aux tâches non verbales (formes), ce qui rejoint les spécificités de nos tests.

Par rapport aux faibles résultats des enfants TSLE obtenus au niveau de la MdT verbale, les causes peuvent être renvoyés à la taille accrue du lobe temporal qui a été décrite par Galaburda et al. (1985) ou au dysfonctionnement dans les réseaux de langage de l'hémisphère gauche (Peterson & Pennington, 2015). Pour ces auteurs, ces aspects biologiques impliqueraient des déficits de traitement phonologique ainsi que des faiblesses en vitesse de traitement, qui sont fortement liés aux capacités de MdT verbale.

Nos résultats montrent aussi que les enfants TSLE sont significativement plus lents que les enfants DT dans l'épreuve des *Mondes contraires* qui évalue la flexibilité. Nous relevons également une réussite plus prononcée chez les enfants DT, mais sans que celle-ci soit significative, dans l'épreuve de *catégorisation*. De même, la capacité de planification est significativement plus faible chez les enfants TSLE par rapport aux enfants DT surtout en classes de CE1 et CE2. Ces résultats correspondent à ce qui a été décrit dans la littérature. Les études de Condor et al. (1995) et de Mati-Zissi et al. (1998) ont en effet mis en évidence une réduction des capacités de fluence et de *catégorisation* et un déficit au niveau de la planification chez les enfants TSLE. Ces études ont également prouvé des faiblesses dans le raisonnement

logique et dans l'adaptation d'une stratégie cognitive en fonction des modifications de l'environnement. Altemeier et al. (2008) ont également rapporté des dysfonctionnements exécutifs sur les tâches de flexibilité mentale et d'organisation chez des enfants TSLE des classes primaires. En effet, leurs performances étaient nettement plus faibles que chez les enfants DT. Finalement, dans leurs études comparatives, Helland et Asbjørnsen (2000) et Regrin et al. (2014) ont montré chez les TSLE « des troubles significatifs » par rapport aux enfants DT au niveau de l'attention visuelle et auditive, du contrôle inhibiteur, de la MdT, de la flexibilité et de l'utilisation de stratégies. Pour ces auteurs, de telles difficultés font partie des TSLE et accompagnent le déficit central de la composante phonologique du langage.

Toutefois, nous remarquons que les résultats des enfants TSLE de notre étude se rapprochent de ceux des enfants DT, en classe de CM1, pour les différentes épreuves cognitives. Cela pourrait être expliqué par le fait que les enfants TSLE sont en majorité pris en charge depuis les petites classes (CP ou CE1) par des thérapeutes (orthophonistes et/ou psychomotriciens) qui, théoriquement, réduisent les pré-requis au langage écrit et/ou les aspects cognitifs parallèlement à la lecture et l'orthographe ; et arrivés en CM1, ces enfants commencent à montrer des progrès.

Après avoir comparé les capacités des enfants DT à celles des enfants TSLE, l'aspect développemental de ces quatre composantes exécutives a été également observé chez les deux groupes d'enfants à travers les comparaisons inter-classes, discutées dans ce qui suit.

8.2- L'évolution des composantes exécutives : amélioration confirmée :

Si nous observons les résultats de toutes les évaluations en prenant les deux groupes aux deux extrêmes (CE1/CM1), nous relevons des effets significatifs quant à la progression inter-classe. Tous les enfants ont évolué dans le sens positif, même si les enfants DT dépassent généralement les enfants TSLE dans les différentes épreuves. Les résultats sont contrastés, ceux des CM1 sont significativement meilleurs que ceux des CE2, eux-mêmes meilleurs que ceux des CE1 : l'impulsivité diminue, la MdT demeure plus efficace dans les deux modalités verbale et visuo-spatiale, la vitesse de traitement et la flexibilité ainsi que la planification s'améliorent. Ces résultats rejoignent les théories développementales des FE.

En commençant par l'inhibition, selon Romine et Reynolds (2005), les progrès développementaux les plus significatifs seraient observés entre 8 et 9 ans. Nous notons aussi que le développement de la MdT (au niveau verbal et visuo-spatial) est graduel et linéaire au cours de l'enfance et ce jusqu'à la fin de l'adolescence avec des raffinements tardifs pour les tâches de maintien et de manipulation de multiples items (Best & Miller, 2010). De même, les capacités de flexibilité et de planification continueraient à se développer parallèlement à la maturation graduelle du cerveau (Dennis, 2006). L'absence de significativité en inter-classes dans les épreuves de *catégorisation* et des labyrinthes chez les enfants DT est associée ici à une absence de progression des performances. Cela serait certainement en accord avec le postulat que la planification est une faculté cognitive de haut niveau (Diamond, 2013) qui maturerait plus tardivement, surtout entre l'adolescence et l'âge adulte.

Ces progressions observées dans notre cohorte en inter-classes relèvent aussi de la spécificité du milieu bilingue dans lequel les enfants DT et TSLE baignent. Les études dans la littérature ont en effet reflété les avantages du bilinguisme sur les capacités cognitives, en se focalisant sur les performances des enfants bilingues au niveau des épreuves exécutives au cours de leur développement. Nos résultats nous rappellent ceux de Morales et al. (2013) qui montrent que les enfants bilingues présentent une meilleure MdT pour contrôler et coordonner les deux systèmes linguistiques, ou encore ceux de Bialystok (2010), qui exprime que les sujets bilingues utilisent davantage leur capacité d'inhibition pour éviter l'interférence éventuelle de la seconde langue en expression orale. Par rapport aux capacités de flexibilité et de planification, nos résultats nous permettent d'évoquer ceux de Bialystok et Feng (2009) qui ont montré un avantage des enfants bilingues dans le traitement des tâches complexes qui exigent une flexibilité. Cependant, notre étude n'est pas en accord avec celle de Jalali-Moghadam et Kormi-Nouri (2015) qui ont suggéré que les performances aux différents tests exécutifs diminuaient considérablement chez les enfants bilingues TSLE. Nous rappelons que ces auteurs ont étudié quatre groupes d'enfants âgés de 9 à 12 ans (bilingues avec troubles de lecture, monolingues avec troubles de lecture, bilingues normo-lecteurs et monolingues normo-lecteurs). Leur fonctionnement exécutif a été examiné pour exploiter le contrôle inhibiteur/attentionnel, la MdT et la capacité de planification. Leurs résultats ont surtout montré que la vitesse des performances aux différents tests diminuait

considérablement chez les enfants présentant des troubles de lecture. Cette diminution générale était plus prononcée chez les enfants bilingues atteints de troubles de lecture que chez leurs homologues monolingues.

En somme, d'après nos résultats et la revue de littérature, nous pouvons dire que les quatre composantes exécutives principales : l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification, sont liées, non seulement au niveau biologique mais aussi au niveau pratique, l'une pouvant affecter les résultats de l'autre. L'inhibition serait liée à la MdT. Quant à la flexibilité, elle est théoriquement décrite comme une composante exécutive complexe car elle est sous-tendue par ces deux processus exécutifs : l'inhibition qui est nécessaire pour court-circuiter ou supprimer des réponses devenues non pertinentes et la MDT qui est requise pour la mise à jour des informations (Diamond, 2013). Une bonne flexibilité mentale mènerait à une bonne planification. Par contre, le dysfonctionnement d'une de ces composantes pourrait entraîner l'altération de l'autre.

Suite à cette première étude comparative, nous passons à la deuxième où, de la même manière, l'évolution des enfants DT et TSLE a été étudiée au niveau des performances orthographiques en français et en arabe.

8.3- Les performances orthographiques des enfants DT versus TSLE : écarts importants :

Notre deuxième hypothèse suggère que les performances orthographiques des enfants DT sont supérieures à celles des enfants TSLE en précision et en vitesse de traitement dans les deux langues, avec moins d'erreurs en arabe pour toute la population, et ceux pour toutes les classes d'âge considérées. Les résultats aux épreuves de dictée confirment partiellement cette deuxième hypothèse : les performances orthographiques des enfants DT sont nettement supérieures à celles des enfants TSLE, mais les résultats sont nuancés quant aux pourcentages d'erreurs dans une langue par rapport à l'autre.

8.3.1- Ecart en termes d'erreurs orthographiques :

Les tests statistiques nous montrent d'abord que les pourcentages d'erreurs sont significativement plus élevés chez les enfants TSLE que chez les enfants DT quel que soit le type d'erreurs dans les deux langues au niveau des trois classes. En analysant l'évolution des types d'erreurs en français et en arabe, nous remarquons d'abord que le pourcentage des erreurs d'usage est plus élevé en CE1 pour tous les enfants DT et TSLE et diminuent significativement en CE2 et CM1. Ce résultat pourrait être expliqué par le fait que les enfants, dans les petites classes, ne possédant pas les mots irréguliers dans leur stock orthographique, les transcrivent d'une manière phonologiquement plausible sans prendre en compte les irrégularités lexicales présentes. Par contre, les enfants en CM1 ayant un accès plus rapide au sens et à la voie d'adressage à travers les apprentissages scolaires formels, présentent de meilleurs résultats à ce niveau. Cette évolution rejoint celle de Marinet et al. (2004) qui expriment que la voie phonologique est massivement utilisée au départ, dans l'attente de la constitution de plus en plus fine du lexique orthographique. Nos résultats concordent également avec ceux de l'étude longitudinale de Sprenger-Charolles et al. (2000) qui ont mis en évidence de faibles compétences orthographiques (liées aux irrégularités) en CP et en CE1, mais qui s'améliorent en CE2 et en CM1 quand les connaissances linguistiques se développent. Par rapport aux différences significatives entre les performances des enfants DT et celles des enfants TSLE, elles peuvent théoriquement s'expliquer par le déficit de l'empan VA, qui a été décrit dans le cadre des troubles du langage écrit (Boden & Giaschi, 2007 ; Bosse et al., 2007 ; Valdois et al., 2003). Ce déficit encombrerait le développement et la consolidation du lexique mental chez les enfants TSLE.

Les tests statistiques nous montrent aussi que les pourcentages des erreurs phonétiques en français ne changent pas significativement du CE1 jusqu'en CM1 chez les enfants DT (pourcentages variants entre 4 et 6% environ), alors que chez les enfants TSLE, les pourcentages clairement plus forts, diminuent entre CE1 et CM1 (de 24% jusqu'à 16% environ). Ces résultats nous rappellent la théorie classique d'un déficit phonologique chez les enfants TSLE (Valdois, 1996 ; Wimmer et al., 1991), même si l'application des règles de conversion devient plus efficace dans les classes supérieures. Toutefois, en arabe,

les erreurs phonologiques diminuent pour les deux populations entre CE1 et CM1. Les caractéristiques de cette langue (Abdelhadi et al., 2011) peuvent expliquer ces pourcentages d'erreurs phonologiques élevés en CE1 (lettres qui se diffèrent uniquement par le nombre et la position de points, sons sourds et sonores, sons emphatiques et non emphatiques, voyelles longues et courtes, gémation etc.). Ces caractéristiques que Saiegh-Haddad et Henkin-Roitfarb (2014) ont décrit comme « source d'opacité » ont un effet important sur la reconnaissance des lettres ainsi que sur la correspondance phonèmes-graphèmes. Selon ces auteurs, les connaissances phonologiques et la maîtrise des graphèmes visuellement proches s'améliorent d'une classe à l'autre.

Par rapport aux erreurs grammaticales, nous remarquons qu'en français les pourcentages d'erreurs les plus élevés sont en CM1 pour les enfants DT et TSLE avec des différences significatives. Ces résultats concordent avec ceux de l'étude effectuée en 2006 (Kechichian, 2006). En effet, la présence des homonymes, des homophones et des diverses formes d'accords dans le programme scolaire de la classe de CM1 a surtout mis les enfants TSLE en échec. Ces règles n'ont probablement pas eu le temps d'être automatisées. Selon Schelstraete et Maillart (2004), la maîtrise des aspects morphologiques du langage écrit constitue le trait principal des niveaux avancés du développement orthographique et demande plus de maturité. Par contre, les pourcentages des erreurs grammaticales en arabe diminuent pour les deux populations entre CE1 et CM1. Ces résultats peuvent être expliqués à partir de la construction des programmes scolaires libanais (1997), où les exercices de discrimination visuelle et auditive et les règles orthographiques spécifiques à l'arabe (la règle du /t/ ouverte ou fermée, la nounation, les « alifs » en début et en fin de mots etc.) sont répétées d'une année à l'autre. De plus, à partir de la classe de CM1, le degré d'exposition à la langue arabe augmente à travers les enseignements disciplinaires (l'histoire, la géographie et l'éducation civique) qui finalement participent à l'amélioration des connaissances orthographiques en arabe. La transparence de cette langue (Kouloughli, 1994) fait aussi que les règles grammaticales sont plus limitées par rapport au français et donc appliquées plus facilement.

Enfin, pour les pourcentages des erreurs de segmentation en français et en arabe, elles sont presque nulles chez les enfants DT. En fait, ce type d'erreurs a été depuis toujours

considéré comme un signe d'un trouble spécifique du langage écrit (Borel-Maisonny, 1951). Nos résultats mettent en relief des erreurs de segmentation chez les enfants TSLE, mais qui diminuent significativement entre CE1 et CM1 dans les deux langues. Des progrès au niveau de la compréhension orale de la langue française et de l'arabe littéral (qui est différent du libanais) et des progrès au niveau de la conscience morphosyntaxique pourraient expliquer cette diminution significative de ce type d'erreurs chez les enfants TSLE (Bézu, 2009 ; Estienne, 2006).

Après avoir discuté les résultats liés aux différents types d'erreurs orthographiques, nous aborderons dans ce qui suit ceux liés à la dimension « vitesse de traitement », en comparant les enfants DT et TSLE.

8.3.2- Ecarts en termes de vitesse de traitement :

Nos résultats montrent que la vitesse de traitement dans les deux langues est significativement plus basse chez les enfants TSLE pour toutes les classes, ce qui reflète leur lenteur en orthographe par rapport aux enfants DT. Ces résultats peuvent être expliqués par la théorie de Valdois et al. (2003) qui exprime que l'empan VA est lié à la vitesse de traitement. Un trouble à ce niveau entraîne un traitement partiel de la séquence de lettres, un problème de mémorisation ou une réduction de l'objet à traiter, impliquant des troubles de lecture et d'orthographe. De plus, les déficits phonologiques décrits chez les enfants TSLE (Valdois, 1996 ; Wimmer et al., 1991) et les difficultés dans l'application des règles grammaticales (Fayol et al., 1999), ralentissent le rythme global de leur rédaction dans les deux langues.

En comparaison inter-classes, chez les enfants DT et TSLE, la vitesse de traitement en français et en arabe est basse en CE1, intermédiaire en CE2 et élevée en CM1. D'une part, cela rejoint l'idée d'un lien entre la vitesse et l'effet de fréquence des mots rencontrés, notion évoquée par Sprenger-Charolles et Siegel (1998). En début d'apprentissage, les enfants sont confrontés à une majorité de mots inconnus et ont donc recours à la stratégie d'assemblage qui est coûteuse en temps. En effet, ils sont amenés répétitivement à récupérer la forme cible de chaque mot de leur stock orthographique pour pouvoir l'écrire, ce qui explique

cette lenteur. D'autre part, cela est en harmonie avec la théorie de Mousy et al. (1996), qui expriment que suite au traitement des mots par l'une ou l'autre des deux voies (assemblage ou adressage), la procédure redevient commune pour l'écriture manuelle sous dictée qui demeure plus efficace dans les classes supérieures. Les programmes neuromusculaires nécessaires à l'exécution des mouvements graphiques se développent et se maîtrisent avec l'âge. Alors, une fois les connaissances de base acquises et automatisées, les performances s'améliorent en termes de vitesse de traitement : l'accès à la voie d'adressage permet un accès direct et rapide à la représentation orthographique du mot.

Après avoir discuté les résultats liés à la vitesse de traitement, nous aborderons dans ce qui suit les spécificités et les différences entre les deux langues.

8.3.3- Ecart nuancés entre les deux langues :

En comparant directement le français et l'arabe, nous remarquons que le pourcentage des erreurs totales en orthographe française est significativement plus faible que celui de l'orthographe arabe en CE1 et CE2 chez les enfants DT et TSLE mais devient plus élevé en CM1.

En analysant les types d'erreurs, nous remarquons que le pourcentage d'erreurs d'usage en français est significativement plus élevé que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE de toutes les classes. Ces résultats sont expliqués en littérature par l'opacité de la langue française (Catach, 1995 ; Fayol & Jaffré, 2008) qui comprend des irrégularités, des di et des trigraphes, des règles contextuelles qui modifient la manière dont un son est représenté en fonction de sa position dans la séquence de lettres. Cela s'oppose à la langue arabe, qui est classiquement considérée transparente et basée surtout sur les règles de conversions phonème-graphème (Kouloughli, 1994).

Par rapport aux erreurs phonétiques, le pourcentage d'erreurs en français est significativement plus faible que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE de toutes les classes. Cela rejoint les études d'Abu Rabia et Taha (2006) et de Kechichian (2006) qui soulignent que ce type d'erreurs est surtout rapporté à la langue arabe en

transcription et constitue 50% des erreurs dans les différentes classes. Les types d'erreurs mis en évidence comprennent surtout des migrations, des omissions, des additions et des substitutions de lettres au sein des mots (Friedmann & Haddad-Hanna, 2012). Ces erreurs peuvent également concerner les voyelles longues en arabe, ce qui rejoint l'étude qui a été menée en hébreu par Khentov-Kraus et Friedmann (2011). Ces résultats nous rappellent aussi ceux de Batnini et Uno (2015) qui affirment que le traitement phonologique était un fort prédicteur de la capacité orthographique en arabe. La différence entre l'arabe dialectal et l'arabe littéral pourrait également expliquer ces différences de performances, car selon le modèle développemental d'Abu Rabia et Taha (2004), la phonologie de la langue orale parlée peut interférer sur la « répétition phonologique interne » du mot dicté et peut entraîner des erreurs dans l'orthographe du mot cible.

Concernant les erreurs grammaticales, le pourcentage d'erreurs en français n'est pas significativement différent que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE des classes de CE1 et de CE2. En revanche, il devient significativement plus élevé que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE en classe de CM1. En effet, selon le programme libanais (1997), d'une année scolaire à l'autre, les mêmes règles orthographiques se répètent, pour optimiser l'assimilation des différentes notions, en rajoutant à chaque fois quelques détails supplémentaires. Dans les classes CE1 et CE2, l'importance est donnée aux capacités de conversion phonème-graphème. Une fois cette stratégie automatisée, à partir de la classe de CM1, le programme commence à s'enrichir en règles grammaticales et l'importance est donnée aux irrégularités existantes surtout en langue française. En effet, selon Fayol (2010), à part les règles d'accord en genre et en nombre, les règles complexes comme l'accord du participe passé et le pluriel des noms composés relèvent d'un apprentissage plus tardif.

Pour les erreurs de segmentation, le pourcentage d'erreurs en français n'est pas significativement différent que celui de l'arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE pour toutes les classes mais il reste plus élevé en français. En effet, en ayant des lettres « non-connecteurs » en arabe qui peuvent être attachées à une lettre précédente mais pas à une lettre suivante (comme و د ذ ز ر ا), le repérage des erreurs de segmentation demeure difficile.

AlRowais et al. (2013) ont en fait exprimé que dans une phrase, deux types d'espaces sont repérés, les espaces entre les mots et les espaces au sein d'un même mot, ce qui n'est pas le cas de la langue française. De plus, ce type d'erreurs est lié à la compréhension orale. En référence à la langue primaire des enfants de notre cohorte, nous notons que 134 enfants ont comme L1 le libanais et 46 ont comme L1 le français. Il serait donc attendu que les enfants se servent de leur bagage lexical en langue arabe pour segmenter les mots correctement au sein des phrases.

Enfin, la vitesse de rédaction en français est significativement plus élevée que la vitesse de rédaction en arabe et ceci pour les enfants DT et TSLE de toutes les classes. La langue arabe qui s'écrit de droite à gauche et ses lettres qui changent en fonction de leur position dans le mot (Ryding, 2005) demandent plus de réflexion et une maîtrise du geste moteur, ce qui pourrait expliquer ce décalage entre les deux langues (même si le nombre de mots dans les dictées en français est supérieur à celui des dictées en arabe).

En synthèse, les performances des enfants DT dépassent celles des enfants TSLE, bien que ces derniers reflètent quand même une progression avec l'avancée en âge dans cette étude longitudinale transversale. Nous pouvons également nous interroger sur l'effet des prises en charge thérapeutiques dont la majorité des enfants TSLE profitent, pour expliquer les progrès dans cette optique. Toutefois, nos résultats ne permettent pas d'avancer clairement si l'arabe est plus simple à l'écrit que le français ou le contraire. Plusieurs variables dépendent en effet de ces performances orthographiques : les spécificités de chaque langue, la langue primaire des enfants, le programme scolaire et les techniques pédagogiques etc.

La discussion des liens entre les FE et les performances orthographiques, qui sera élaborée dans notre troisième hypothèse, peut certainement répondre en partie à ces questionnements.

8.4- Implication plus marquée des FE en langue arabe ? Eléments de réponse :

Notre troisième hypothèse postule que l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification s'impliquent de manière plus marquée en langue arabe qu'en langue française en étant corrélées à la précision et à la vitesse de traitement de l'orthographe chez toute la population. Les résultats des corrélations entre les FE, les pourcentages d'erreurs en orthographe et la vitesse de traitement dans les deux langues chez les enfants DT et TSLE, viennent confirmer cette hypothèse.

8.4.1- A propos des corrélations FE/langue française :

Nous allons analyser les résultats des corrélations entre les FE et la langue française, illustrées d'une façon résumée dans la figure suivante (cf. Figure 17) :

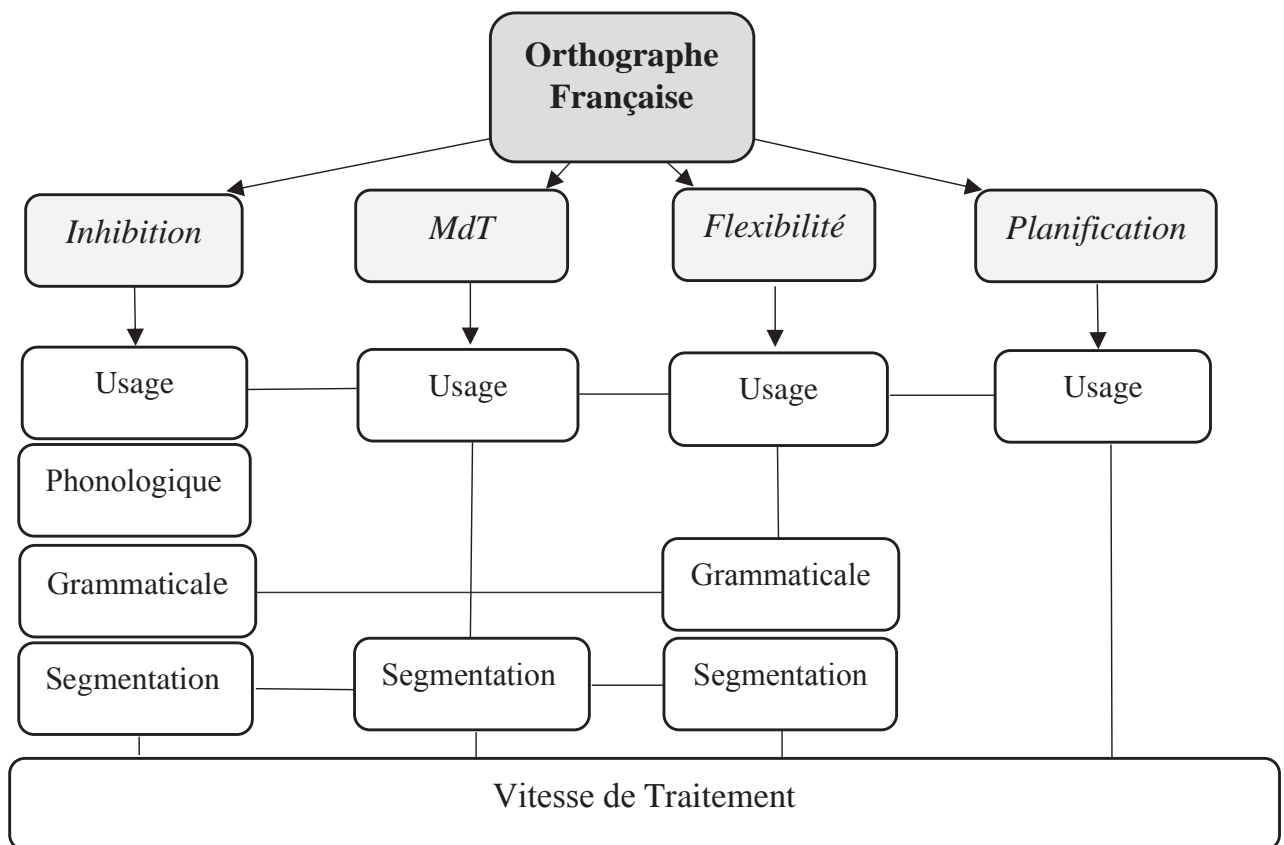


Figure 17 : Corrélations entre les FE, les types d'erreurs orthographiques et la vitesse de traitement en français.

Nos résultats montrent d'abord que lorsque l'impulsivité augmente, les pourcentages au niveau de tous les types d'erreurs en français augmentent et la vitesse de traitement diminue significativement. Alors, l'inhibition est corrélée aux erreurs d'usage, phonologiques, grammaticales et de segmentation et à la vitesse de traitement. Cela nous indique que l'attention est étroitement liée à l'écriture des mots irréguliers ou invariables, à la discrimination visuelle et auditive et au choix des lettres, ainsi qu'à l'application des règles grammaticales et à la bonne segmentation des mots au sein des phrases. Ces résultats nous rappellent le cadre théorique de Schelstraete et Maillart (2004) qui affirment que les ressources attentionnelles s'impliquent à des degrés différents dans les étapes d'apprentissage du langage écrit : l'acquisition du décodage, la construction du lexique orthographique, l'utilisation des règles grammaticales et les applications grapho-motrices. Les différents mécanismes finissent par s'automatiser et permettent un traitement du langage écrit plus rapide et plus efficient. Selon ces auteurs, l'attention intervient tout particulièrement dans le cas de mots nouveaux (ou non connus) et dans la gestion des accords. Nos résultats correspondent aussi à ceux de Bosse (2004), où les performances en dictée du CP au CM2 étaient liées aux capacités visuo-attentionnelles et aux capacités de traitement phonologique. Nous évoquons dans ce contexte Von Suchodoletz et al. (2017) qui ont également mis en évidence une association étroite entre l'attention et les diverses compétences orthographiques dans les classes primaires et secondaires. Dans tous les groupes d'âge, de meilleures capacités attentionnelles étaient associées à moins d'erreurs orthographiques surtout dans l'application des stratégies d'assemblage.

Ensuite, nos résultats montrent que lorsque l'empan visuo-spatial augmente, les erreurs de segmentation diminuent et lorsque l'empan verbal augmente, les erreurs d'usage diminuent et la vitesse de traitement augmente significativement. Ces résultats permettent d'avancer que la MdT est corrélée aux erreurs d'usage et de segmentation et à la vitesse de traitement. Celle-ci joue un rôle important selon le modèle à double voie (Mousty et al., 1996). Elle maintient les phonèmes décodés pour les assembler et activer un mot connu dans le lexique mental (entre autres le lexique d'usage). Ensuite, elle permet la production écrite par un maintien temporaire du ou des mots à orthographier. Chaque groupe de mots sera soit orthographié correctement, soit présenté avec des erreurs de segmentation dépendamment des capacités de chaque enfant. Selon plusieurs auteurs (Negro & Chanquoy, 2000 ; Piolat

& Olive, 2000 ; Zesiger, 2003), la MdT joue également un rôle majeur dans le respect de l'orthographe grammaticale. Elle est essentielle dans la gestion des accords en français ; mais cela n'a pas été clairement exprimé dans nos résultats. Selon ces auteurs, quand les connaissances s'automatisent, les performances s'accélèrent (en termes de vitesse de traitement). Elles seront en mémoire à long terme et n'ont plus besoin d'être stockées en MdT pour être mises en application.

Enfin, nos résultats indiquent que lorsque le temps total des *Mondes envers* augmente, les erreurs d'usage et de segmentation augmentent et la vitesse de traitement diminue significativement. De même, lorsque le total de réponses correctes en *catégorisation* augmente, le pourcentage d'erreurs totales diminue significativement, surtout au niveau des erreurs grammaticales. Puis, lorsque l'indice général d'erreurs dans les labyrinthes augmente, les erreurs d'usage augmentent et la vitesse diminue significativement. Alors, la flexibilité est corrélée aux erreurs d'usage, grammaticales et de segmentation et à la vitesse de traitement et la planification est corrélée aux erreurs d'usage et à la vitesse également. En effet, les spécificités orthographiques de la langue française (Catach, 1995) comme les combinaisons de lettres (ch, qu, on, en, eu, in, eau ...), la variabilité des graphèmes pour un même son (o/au/eau, s/c, gu/g ...), les lettres muettes ou les consonnes doublées, nécessitent des capacités de flexibilité et de planification pour une bonne orthographe d'usage. Identiquement, le bon choix entre les homonymes et l'analyse grammaticale spontanée des mots qui intervient évidemment dans les accords et la sélection des flexions verbales convenables, ainsi que la bonne segmentation des mots au sein des phrases, requièrent tous une bonne flexibilité mentale. Par ailleurs, nos résultats s'approchent de ceux d'Altemeier et al. (2006, 2008) qui montrent que la planification et la résolution de problèmes sont plutôt impliquées en français dans la compréhension de textes et l'expression écrite qui sont considérées parmi les compétences à haut niveau et concernent surtout les classes supérieures (CM1/CM2).

Suite à la présentation des implications des FE dans la langue française, nous passons à l'interprétation des corrélations entre les FE et la langue arabe.

8.4.2- A propos des corrélations FE/langue arabe :

Nous allons analyser les résultats des corrélations entre les FE et la langue arabe où l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification s'impliquent de manière plus marquée, comme l'illustre la figure suivante (cf. Figure 18) :

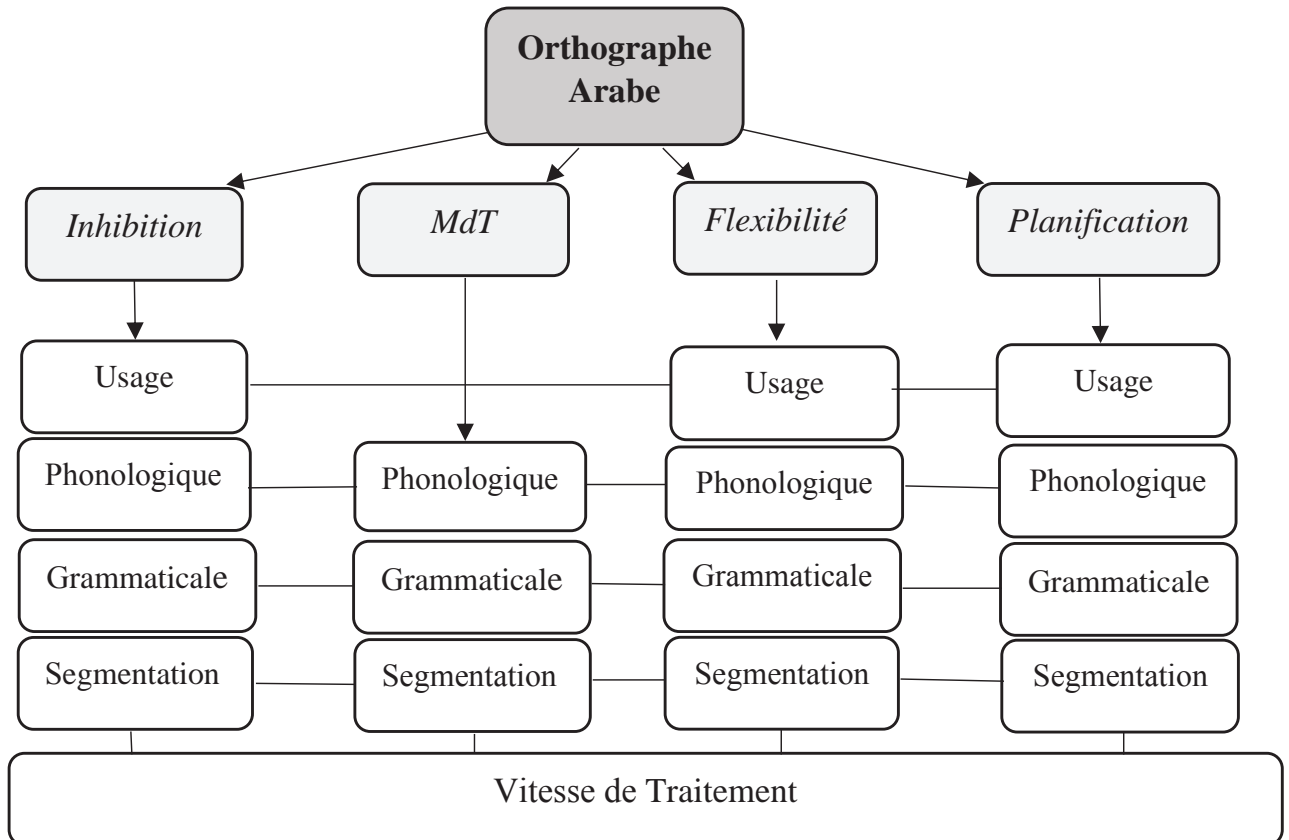


Figure 18 : Corrélations entre les FE, les types d'erreurs orthographiques et la vitesse de traitement en arabe.

Nos résultats suggèrent d'abord que lorsque l'impulsivité augmente, le pourcentage de tous les types d'erreurs en arabe augmente et la vitesse de traitement diminue significativement. Alors, l'inhibition est corrélée aux erreurs d'usage, phonologiques, grammaticales et de segmentation et à la vitesse de traitement, comme en français. Cette composante exécutive semble être étroitement liée aux spécificités de l'orthographe arabe, qui, une fois consolidées et automatisées, favorisent la vitesse en écriture. Nos résultats concordent avec ceux d'Abdelhadi et al. (2011) qui traitent la question de vitesse comme étant liée à la complexité orthographique dans trois langues différentes, de point de vue

transparence : l'hébreu, l'anglais et l'arabe. Selon ces auteurs, l'implication de l'inhibition et de l'attention visuelle semble être nécessaire pour une orthographe correcte et rapide. Ils évoquent dans ce contexte la notion de « surcharge perceptive » (nombre et position de points et de traits) qui ralentie le processus de lecture et par conséquent le processus d'orthographe. Sur cette « surcharge perceptive » s'ajoutent une surcharge de sons auditivement proches (sourds et sonores, emphatiques et non emphatiques, voyelles longues et courtes) qui ont un effet important sur la reconnaissance des lettres ainsi que sur la vitesse de correspondance phonèmes-graphèmes.

En revenant à nos résultats, nous remarquons ensuite que lorsque l'empan visuo-spatial augmente, le pourcentage d'erreurs totales diminue significativement, surtout au niveau de la segmentation. De même, lorsque l'empan verbal augmente, le pourcentage d'erreurs totales diminue significativement, surtout au niveau des erreurs phonétiques et grammaticales et la vitesse de traitement augmente significativement. Ceci implique que la MdT est corrélée aux erreurs phonétiques, grammaticales et de segmentation ainsi qu'à la vitesse de traitement. Celle-ci intervient, comme en français, dans les règles de conversion graphème-phonème, dans le choix des fins des mots en fonction de leur classe grammaticale (la /t/ ouverte ou fermée en fin de mots, le « alif » raccourci ou allongé dans la terminaison des verbes, Saiegh-Haddad & Henkin-Roitfarb, 2014), ainsi que dans la rétention et la segmentation des mots en dictée.

Enfin, nos résultats montrent que lorsque le temps total des *Mondes envers* augmente, le pourcentage de tous les types d'erreurs augmente et la vitesse de traitement diminue significativement. De même, lorsque le total de réponses correctes en *catégorisation* augmente, le pourcentage de tous les types d'erreurs diminue significativement. Puis, lorsque l'indice général d'erreurs augmente, le pourcentage de tous les types d'erreurs augmente et la vitesse de traitement diminue significativement. Cela nous indique que la flexibilité et la planification sont corrélées aux erreurs d'usage, phonologiques, grammaticales et de segmentation ainsi qu'à la vitesse de traitement. En effet, l'écriture de droite à gauche, et le changement de la forme des lettres en fonction de leur position dans le mot (Ryding, 2005) nécessitent une bonne flexibilité mentale. De même, l'écriture cursive en escalier (lettres

représentées sur des lignes différentes en fonction de leur position au sein d'un même mot) demande une bonne planification. L'enfant doit pour chaque mot, tracer mentalement la graphie et l'ordre des lettres afin de l'écrire correctement, pour éviter les réajustements qui nécessitent un temps supplémentaire. Cela explique également les différences qui existent entre le français et l'arabe au niveau des résultats de la vitesse de traitement.

En synthèse, concernant cette troisième hypothèse, nous relevons deux points de ressemblance entre ces deux langues :

Premièrement, l'inhibition est impliquée dans tous les types d'erreurs orthographiques en français et en arabe, ce qui semble évident étant donné qu'elle forme théoriquement la base des apprentissages.

Deuxièmement, nous remarquons que toutes les FE sont impliquées dans la vitesse de traitement quelle que soit la langue. En fait, la majorité des épreuves exécutives était chronométrée et le facteur « temps » était pris en compte dans les résultats statistiques comme pour les dictées. Cela a contribué à faire ressortir des effets significatifs dans les corrélations, reflétant le niveau global des enfants DT et TSLE.

En revanche, les différences entre les deux langues pour le reste des corrélations FE/orthographe sont difficilement interprétables. Nous pouvons suggérer que le français est la langue d'apprentissage dans les écoles libanaises francophones, donc l'exposition à cette langue en modalité écrite est plus importante que celle de l'arabe, ce qui faciliterait l'accès aux mots et augmenterait la vitesse de traitement en français sans un grand effort cognitif. Par contre, même si la majorité des enfants sont arabophones, leur L1 le libanais dialectal est différent de l'arabe littéral, alors l'interpellation des FE serait plus importante dans le cadre de l'orthographe arabe.

Pour finir, à partir de ces études, nous présenterons dans ce qui suit les principaux éléments de réflexion liés à la thèse et à la pratique orthophonique.

8.5- Apports pratiques et limites :

Cette thèse est la première à élaborer une étude comparative entre deux langues totalement différentes au niveau de l'orthographe : le français et l'arabe. Nos études qui ont été exposées successivement dessinent le cheminement cognitif et orthographique que suivent généralement les enfants bilingues libanais DT et TSLE dans les classes primaires. Elles ont également explicité des domaines peu exploités dans la littérature, comme l'implication des FE dans le langage écrit, ainsi que leur influence sur la vitesse de traitement dans l'orthographe de chacune des deux langues.

Dans la pratique orthophonique, nos résultats permettent de mieux comprendre l'évolution des enfants dans les apprentissages scolaires. L'évaluation et la rééducation devraient également respecter ces étapes du développement. La rééducation en orthographe doit porter dans les petites classes sur les capacités de décodage et de conversion phonème-graphème, pour ensuite renforcer le vocabulaire d'usage et les acquisitions grammaticales dans les deux langues. Nos résultats ont également mis en évidence les composantes cognitives sous-jacentes à l'orthographe pour une meilleure prise en charge des troubles. L'évaluation des FE à travers des tests adaptés à l'âge des enfants est donc indispensable dans un bilan de langage écrit. La lenteur qui peut être observée dans l'une ou l'autre langue pourrait être liée à un déficit au niveau de ces composantes exécutives. Plus de clarifications ont été avancées quant à l'effet du bilinguisme sur les capacités orthographiques et sur le fonctionnement exécutif de l'enfant libanais. L'implication des FE varie en fonction des spécificités de chaque langue et des différentes complexités orthographiques qui sont coûteuses au niveau cognitif.

Finalement, parmi les obstacles rencontrés, nous notons celui de l'évaluation du langage oral à travers le test *ELO-L* (Zebib et al., 2017) puisqu'il n'est validé que jusqu'à l'âge de 8 ans, ce qui correspond uniquement aux âges des enfants bilingues libanais de la classe de CE1. Le traitement des données des enfants des classes de CE2 et CM1 a été effectué qualitativement dans notre protocole expérimental pour éliminer un trouble du langage. Le degré d'exposition à chaque langue serait aussi important à prendre en considération, et cela en exploitant de plus près les questionnaires parentaux afin d'établir des liens et mieux comprendre les résultats obtenus.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le bilinguisme est un phénomène en pleine expansion dans nos sociétés, et le fonctionnement exécutif des sujets bilingues suscite fortement l'intérêt des chercheurs afin d'étudier comment les enfants et les adultes gèrent deux ou plusieurs systèmes linguistiques en même temps. L'enjeu était de mieux comprendre la nature des liens qu'entretiennent bilinguisme, langage écrit et fonctionnement exécutif et d'en préciser le développement pour une meilleure prise en charge dans le cas des enfants avec TSLE. La littérature nous a permis de percevoir toute la complexité à laquelle l'enfant libanais doit faire face. Cette complexité est surtout liée aux particularités des apprentissages orthographiques dans les deux langues (en français et en arabe), qui demandent de la part de l'enfant une adaptation cognitive continue afin de donner de bons résultats. Lorsque ce travail de thèse a été envisagé, il avait pour ambition de proposer de nouvelles perspectives d'analyses dans l'expertise neuropsychologique et thérapeutique des troubles d'apprentissage. Sur le plan pratique, ce travail était aussi l'occasion de favoriser une lecture critique des outils et de la démarche clinique en neuropsychologie de l'enfant, plus particulièrement au niveau des FE.

Notre étude a ciblé le développement et le lien entre les FE (l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification) et l'orthographe française et arabe dans les classes primaires (CE1, CE2 et CM1), chez des enfants DT et TSLE bilingues libanais francophones. Au plan théorique, nos résultats apportent de nouvelles connaissances sur le développement cognitif et orthographique de l'enfant libanais bilingue et sur leurs processus mobilisés lors de l'écriture. Dans l'ensemble et en réponse à nos hypothèses posées dans la problématique, nos résultats nous amènent à observer d'abord que les performances au niveau de toutes les FE évoluent d'une manière plus efficiente chez les enfants DT que chez les enfants TSLE d'une classe à l'autre. Les enfants TSLE sont plus impulsifs que les enfants DT et présentent une plus faible mémoire visuo-spatiale et verbale. Ils sont pareillement plus lents et plus faibles dans les épreuves de flexibilité et de planification. Nous avons pu également confirmer que les performances orthographiques des enfants DT sont supérieures à celles des enfants TSLE en précision et en vitesse de traitement. Cependant, ces résultats sont nuancés

quant aux pourcentages d'erreurs dans une langue par rapport à l'autre (dépendamment de chaque classe), mais la vitesse de rédaction est toujours plus efficace en français. Enfin, nos résultats ont pu montrer que l'inhibition, la MdT, la flexibilité et la planification s'impliquent de manière plus marquée en langue arabe qu'en langue française en étant corrélées à la précision et à la vitesse de traitement de l'orthographe chez toute la population. Dans le prolongement des études présentées dans notre revue de littérature, ces résultats viennent compléter ce qui a déjà été évoqué. En effet, ils exposent l'aspect développemental des FE et des capacités orthographiques chez les enfants bilingues ainsi que les aspects cognitifs sous-jacents à l'orthographe dans chacune des deux langues.

Nous allons maintenant présenter les principales perspectives que nous envisagerions de réaliser suite à notre étude.

Au plan clinique, ces résultats encouragent à considérer et repenser la place du dépistage, de l'évaluation et de la rééducation des troubles d'apprentissage. En effet, en clinique orthophonique, l'évaluation systématique des FE et l'analyse qualitative de l'orthographe par types d'erreurs (erreurs lexicales, phonologiques, grammaticales ou erreurs de segmentation) seraient importantes à effectuer en élaborant des liens entre les différents résultats obtenus, pour une prise en charge plus ciblée. Les entraînements des fonctions altérées doivent être intensifs et répétitifs. La séance de rééducation débute souvent par une gymnastique du cerveau à travers des exercices de MdT variés en forme et en complexité. Des exercices d'attention, de raisonnement, de flexibilité et de planification sont également proposés en fonction des difficultés de l'enfant. L'orthophoniste s'appuie sur ses capacités, les renforce et met en place de nouvelles stratégies. L'enfant doit prendre conscience de son comportement et de ses troubles pour développer ses capacités d'autorégulation. Le thérapeute lui propose en effet une démarche réflexive afin de l'approprier et de la généraliser (identifier l'objectif, mettre par écrit les différentes étapes à suivre pour aboutir à la solution). Il serait également important de guider sa réflexion et de l'aider à envisager d'autres points de vue pour favoriser la flexibilité mentale. D'un autre côté, l'apprentissage de certaines leçons et concepts passent par la répétition ; la familiarité permet ainsi l'encodage des données. Certaines séquences peuvent être par exemple apprises sous forme de chansons. En langage écrit, il serait intéressant de faire des résumés, d'accompagner la consigne par un dessin, de

favoriser les supports visuels (les pictogrammes) et l'utilisation d'un brouillon, en énonçant des consignes simples et courtes. Il faudrait encourager l'enfant à répéter chaque consigne et la lui faire reformuler pour vérifier sa compréhension.

La rééducation cognitive doit permettre à l'enfant d'acquérir plus d'autonomie afin de réussir sa vie scolaire. Les efforts doivent être valorisés et récompensés. Pour cela, il est important que les parents soient guidés, car ils vont avoir un réel rôle de soutien au quotidien. Le thérapeute leur donne par exemple des astuces qui peuvent aider leur enfant à s'organiser : expliciter les objectifs à atteindre et le temps de travail prévu (en utilisant un chronomètre), mettre en place des listes de vérification, s'assurer que les devoirs sont notés à la bonne date, visualiser l'emploi du temps de chaque journée avec des routines claires, insister sur l'utilité de chaque tâche pour la motivation, effectuer des séquences de travail courtes avec des pauses régulières dans une pièce calme sans distraction en commençant par les devoirs les plus importants. En dernier, les jeux de société peuvent être également un moyen détourné de travailler les apprentissages ainsi que toutes les FE.

Au niveau pédagogique, le développement des FE peut être accompagné et favorisé en classe. Avec cet objectif, il serait possible de la part des enseignants et avec l'aide des parents à la maison, d'ajuster les situations éducatives dans les programmes scolaires libanais. Les programmes d'intervention dès les classes maternelles peuvent inclure des apprentissages en petits groupes, des activités pratiques (sport, théâtre, jeux de rôle) et des jeux avec des règles à respecter. D'autres conseils pourraient être suggérés dans cette optique tels que : segmenter les tâches en éléments successifs, respecter la fatigabilité ou convenir d'un code pour contrôler l'impulsivité de l'enfant. L'installation d'un projet d'intégration sur le plan scolaire dépendrait des capacités de chaque enfant. Les stratégies adoptées peuvent aussi concerner la manière dont certains éducateurs interagissent avec les enfants, pour les aider à obtenir de meilleurs résultats en orthographe. Parmi ces stratégies : éviter tout facteur de distraction, élaborer une notation adaptée par type d'erreur, utiliser des moyens mnémotechniques pour faciliter les apprentissages (une aide tactile, auditive ou visuelle comme les couleurs ou les espaces entre les informations écrites) et encourager les enfants à relire leur copie afin de repérer les erreurs et éviter toute empreinte erronée d'un mot. En outre, le développement des FE varie d'un enfant à l'autre, influencé par un certain

nombre de facteurs extérieurs (le statut socio-économique et culturel, l'environnement scolaire et familial etc.). Cela serait à prendre en compte dans les futures recherches afin de mieux comprendre les difficultés rencontrées au cours des apprentissages fondamentaux à l'école.

La poursuite des recherches en FE et en langage écrit permet de mieux comprendre le processus, les mécanismes et les bases neurales qui soutiennent les différentes capacités des enfants, afin de développer des actions et des stratégies pour en soutenir ou en renforcer le développement. Dans le cadre de notre étude, il serait intéressant de tester l'effet de l'entraînement des quatre composantes exécutives sur les performances orthographiques chez les enfants TSLE dans les deux langues. Notre protocole expérimental pourrait être également effectué auprès d'enfants plus âgés, des classes supérieures, pour observer l'évolution des capacités exécutives et orthographiques. Nous proposons enfin de comparer nos résultats à ceux d'enfants monolingues français en rajoutant des épreuves de lecture à notre protocole pour couvrir tous les aspects du langage écrit.

Références bibliographiques

1. Abdelhadi, S., Ibrahim, R., & Eviatar, Z. (2011). Perceptual load in the reading of Arabic : : Effects of orthographic visual complexity on detection. *Writing Systems Research*, 3(2), 117-127.
2. Abu-Rabia, S., & Taha, H. (2004). Reading and spelling error analysis of native. *Reading and Writing*, 17(7-8), 651-690.
3. Abu-Rabia, S., & Taha, H. (2006). Phonological errors predominate in Arabic spelling across grades 1–9. *Journal of Psycholinguistic Research*, 35(2), 167.
4. Abutalebi, J., & Costa, A. (2008). Acquisition, processing and loss of L2: Functional, cognitive and neural perspectives. *Journal of Neurolinguistics*, 21(6), 473-476.
5. Alahmadi, N. A. (2017). Cognitive control in children with learning disabilities : : neuromarker for deficient executive functions. *Neuroreport*, 28(11), 638-644.
6. Allain, P., & Le Gall, D. (2008). Approche théorique des fonctions exécutives. *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques : : évaluation en pratique clinique*, 9-42.
7. Al Rowais, F., Wald, M., & Wills, G. (2013). An Arabic framework for dyslexia training tools, 63-68.
8. Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 30(5), 588-606.
9. Altemeier, L., Jones, J., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2006). Executive functions in becoming writing readers and reading writers : Note taking and report writing in third and fifth graders. *Developmental neuropsychology*, 29(1), 161-173.
10. Alves, D. C., Casella, E. B., & Ferraro, A. A. (2016). Spelling performance of students with developmental dyslexia and with developmental dyslexia associated to attention deficit disorder and hyperactivity. *CoDAS*, 28(2), 123-131.
11. American Psychiatric Association (1994). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. *Washington, Am Psychiatr Assoc*, 143-146.
12. American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub, 5th ed.
13. Andrès, P. (2004). L'inhibition : une approche neuropsychologique et cognitive. *Neuropsychologie des fonctions exécutives. Marseille : Solal*.

14. Aoun, J. E., Benmamoun, E., & Choueiri, L. (2009). *The syntax of Arabic*. Cambridge University Press.
15. Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Developmental neuropsychology*, 28(1), 539-560.
16. Baddeley, A. (2000). The episodic buffer : a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
17. Baluch, B., & Danaye-Tousi, M. (2006). Spelling transparency and its impact on dyslexic and unimpaired children's memory for words. *Annals of Dyslexia*, 56(2), 319-334.
18. Barac, R., Moreno, S., & Bialystok, E. (2016). Behavioral and electrophysiological differences in executive control between monolingual and bilingual children. *Child development*, 87(4), 1277-1290.
19. Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions : constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, 121(1), 65.
20. Batnini, S., & Uno, A. (2015). Investigation of basic cognitive predictors of reading and spelling abilities in Tunisian third-grade primary school children. *Brain and Development*, 37(6), 579-591.
21. Bedoin, N., & Médina, F. (2014). Logiciel SIGL (Sélection et Inhibition des traitements Global et Local).
22. Bellone, C. (2003). *Dyslexies & dysorthographies : connaissances de base théoriques et pratiques : d'hier à aujourd'hui et demain*. Isbergues : Ortho Edition.
23. Berman, K. F., Ostrem, J. L., Randolph, C., Gold, J., Goldberg, T. E., Coppola, R., ... & Weinberger, D. R. (1995). Physiological activation of a cortical network during performance of the Wisconsin Card Sorting Test : a positron emission tomography study. *Neuropsychologia*, 33(8), 1027-1046.
24. Besse, A. S., Marec-Breton, N., & Demont, E. (2010). Développement métalinguistique et apprentissage de la lecture chez les enfants bilingues. *Enfance*, 62(2), 167-199.
25. Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child development*, 81(6), 1641-1660.
26. Bézu, P. (2009). Construction des premières compétences orthographiques : proposition d'un schéma explicatif. *Revue française de pédagogie*, 168, 5-17.

27. Bialystok, E. (2010). Global–local and trail-making tasks by monolingual and bilingual children : Beyond inhibition. *Developmental psychology*, 46(1), 93.
28. Bialystok, E. (2011). Coordination of executive functions in monolingual and bilingual children. *Journal of experimental child psychology*, 110(3), 461-468.
29. Bialystok, E., & Feng, X. (2009). Language proficiency and executive control in proactive interference : Evidence from monolingual and bilingual children and adults. *Brain and language*, 109(2-3), 93-100.
30. Bialystok, E., McBride-Chang, C., & Luk, G. (2005). Bilingualism, language proficiency, and learning to read in two writing systems. *Journal of educational psychology*, 97(4), 580.
31. Billard, C., Fluss, J., Ducot, B., Warszawski, J., Ecalle, J., Magnan, A., ... & Ziegler, J. (2008). Étude des facteurs liés aux difficultés d'apprentissage de la lecture. À partir d'un échantillon de 1062 enfants de seconde année d'école élémentaire. *Archives de pédiatrie*, 15(6), 1058-1067.
32. Boden, C., & Giaschi, D. (2007). M-stream deficits and reading-related visual processes in developmental dyslexia. *Psychological bulletin*, 133(2), 346.
33. Borel-Maisonny, S. (1951). Les troubles du langage dans les dyslexies et les dysorthographies. *Enfance*, 4(5), 400-444.
34. Borkowski, J. G., Benton, A. L., & Spreen, O. (1967). Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia*, 5(2), 135-140.
35. Bosse, M. L. (2004). De la relation entre acquisition de l'orthographe lexicale et traitement visuo-attentionnel chez l'enfant. *Rééducation orthophonique*, 222, 9-30.
36. Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia : The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198-230.
37. Boudelaa, S. (2014). Is the Arabic mental lexicon morpheme-based or stem-based? Implications for spoken and written word recognition. In Saiegh-Haddad E., Joshi R. (eds) *Handbook of Arabic literacy* (31-54). Springer, Dordrecht.
38. Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Fischbach, A., Schuchardt, K., Büttner, G., & Hasselhorn, M. (2015). Working memory in children with learning disabilities in reading versus spelling : Searching for overlapping and specific cognitive factors. *Journal of learning disabilities*, 48(6), 622-634.

39. Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E., & Masy, V. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues : Ortho édition.
40. Broca, P. (1861). Remarks on the seat of the faculty of articulated language, following an observation of aphemia (loss of speech). *Bulletin de la Société Anatomique*, 6, 330-57.
41. Campolini, C., Van Hövell, V., & Vansteelandt, A. (2000). *Dictionnaire de logopédie : Le développement du langage écrit et sa pathologie* (Vol. 3). Leuven : Peeters Publishers.
42. Castles, A. (1996). Cognitive correlates of developmental surface dyslexia : A single case study. *Cognitive neuropsychology*, 13(1), 25-50.
43. Catach, N. (Ed.). (1995). *Dictionnaire historique de l'orthographe française*. Larousse.
44. Chaves, N., Bosse, M. L., & Largy, P. (2010). Le traitement visuel est-il impliqué dans l'acquisition de l'orthographe lexicale? *ANAE-Approche Neuropsychologique des Apprentissages Chez L'enfant*, 107, 133-141.
45. Chevalier, N. (2010). Les fonctions exécutives chez l'enfant : Concepts et développement. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 51(3), 149.
46. Condor, A., Anderson, V., & Saling, M. (1995). Do reading disabled children have planning problems? *Developmental Neuropsychology*, 11(4), 485-502.
47. Corsi, P. (1972). Memory and the medial temporal region of the brain. *Unpublished doctoral dissertation*, McGill University, Montreal, QB.
48. Costa, A., Hernández, M., & Sebastián-Gallés, N. (2008). Bilingualism aids conflict resolution : Evidence from the ANT task. *Cognition*, 106(1), 59-86.
49. CPP Sud-Est 3, 2018. Note d'information et d'un formulaire de consentement. Repérée à <http://www.cppsudest3.com/docword/fichierprotocole/note%20d%27information.doc>.
50. Critten, S., Connelly, V., Dockrell, J. E., & Walter, K. (2014). Inflectional and derivational morphological spelling abilities of children with Specific Language Impairment. *Frontiers in psychology*, 5, 948.
51. Crivello, C., Kuzyk, O., Rodrigues, M., Friend, M., Zesiger, P., & Poulin-Dubois, D. (2016). The effects of bilingual growth on toddlers' executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 121-132.
52. Dahlgren, S., Almén, H., & Dahlgren Sandberg, A. (2017). Theory of Mind and Executive Functions in Young Bilingual Children. *The Journal of genetic psychology*, 178(5), 303-307.

53. Dalen, L., Sonuga-Barke, E. J., Hall, M., & Remington, B. (2004). Inhibitory deficits, delay aversion and preschool AD/HD : implications for the dual pathway model. *Neural plasticity*, 11(1-2), 1-11.
54. David, J. (2006). L'orthographe du français et son apprentissage, historique et perspectives. *L'orthographe en questions*, 169-177.
55. De La Sante, O. M. (1993). CIM-10: Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes. In *CIM-10: classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes*.
56. Dennis, M. (2006). Prefrontal cortex : Typical and atypical development. *The frontal lobes : Development, function and pathology*, 128-162.
57. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
58. Donders, F. C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta psychologica*, 30, 412-431.
59. Drijbooms, E., Groen, M. A., & Verhoeven, L. (2015). The contribution of executive functions to narrative writing in fourth grade children. *Reading and writing*, 28(7), 989-1011.
60. DUBOIS, J. (1973): Dictionnaire de linguistique. Paris : *Librairie Larousse*, XL.
61. Écalle, J., & Magnan, A. (2010). *L'apprentissage de la lecture et ses difficultés*. Malakoff : Dunod.
62. Elbeheri, G., & Everatt, J. (2007). Literacy ability and phonological processing skills amongst dyslexic and non-dyslexic speakers of Arabic. *Reading and writing*, 20(3), 273-294.
63. Ellis, A. W., & Hupet, M. (1989). *Lecture, écriture et dyslexie : une approche cognitive*. Paris : Delachaux et Niestlé.
64. Estienne, F. (2006). Surcharge cognitive et dysorthographe. *Marseille : Solal*.
65. Fayol, M. (2010). L'orthographe du Français et son apprentissage. *Psychologie des apprentissages scolaires*. Bruxelles : De Boeck, 257-272.
66. Fayol, M., & Jaffré, J. P. (2008). *Orthographier*. Paris : Presses Universitaires de France.

67. Fayol, M., & Largy, P. (1992). Une approche cognitive fonctionnelle de l'orthographe grammaticale : Les erreurs d'accord sujet-verbe chez l'enfant et l'adulte. *Langue française*, 95(1), 80-98.
68. Fayol, M., Hupet, M., & Largy, P. (1999). The acquisition of subject-verb agreement in written French : From novices to experts' errors. *Reading and Writing*, 11(2), 153-174.
69. Fayol, M., Totereau, C., & Barrouillet, P. (2006). Disentangling the impact of semantic and formal factors in the acquisition of number inflections : Noun, adjective and verb agreement in written French. *Reading and Writing*, 19(7), 717-736.
70. Felten, D. L., & Józefowicz, R. F. (2006). *Atlas de Neurosciences humaines de Netter Neuroanatomie-Neurophysiologie*. Paris : Elsevier Masson.
71. Fournier, M., & Albaret, J. M. (2013). Étalonnage des blocs de Corsi sur une population d'enfants scolarisés du CP à la 6e. *Développements*, 16(3), 76-82.
72. Friedmann, N., & Haddad-Hanna, M. (2012). Letter position dyslexia in Arabic : From form to position. *Behavioural Neurology*, 25(3), 193-203.
73. Friedmann, N., Biran, M., & Gvion, A. (2012). Patterns of visual dyslexia. *Journal of neuropsychology*, 6(1), 1-30.
74. Frith, U. (2001). What framework should we use for understanding developmental disorders?. *Developmental Neuropsychology*, 20(2), 555-563.
75. Galaburda, A., & Livingstone, M. (1993). Evidence for a Magnocellular Defect in Developmental Dyslexia a. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682(1), 70-82.
76. Garbin, G., Sanjuan, A., Forn, C., Bustamante, J. C., Rodríguez-Pujadas, A., Belloch, V., ... & Ávila, C. (2010). Bridging language and attention : Brain basis of the impact of bilingualism on cognitive control. *Neuroimage*, 53(4), 1272-1278.
77. Gauthier, L., Dehaut, F., & Joanette, Y. (1989). The bells test : a quantitative and qualitative test for visual neglect. *International journal of clinical neuropsychology*, 11(2), 49-54.
78. Geva, E., & Siegel, L. S. (2000). Orthographic and cognitive factors in the concurrent development of basic reading skills in two languages. *Reading and Writing*, 12(1-2), 1-30.
79. Giedd, J. N. (2008). The teen brain : insights from neuroimaging. *Journal of adolescent health*, 42(4), 335-343.

80. Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Test review behavior rating inventory of executive function. *Child Neuropsychology*, 6(3), 235-238.
81. Giraldo-Chica, M., & Schneider, K. A. (2018). Hemispheric asymmetries in the orientation and location of the lateral geniculate nucleus in dyslexia. *Dyslexia*, 24(2), 197-203.
82. Godefroy, O., Roussel-Pierronne, M., Routier, A., & Dupuy-Sonntag, D. (2004). Etude neuropsychologique des fonctions exécutives. *Neuropsychologie des fonctions exécutives. Marseille : Solal*, 11-23.
83. Gollan, T. H., & Brown, A. S. (2006). From tip-of-the-tongue (TOT) data to theoretical implications in two steps : When more TOTs means better retrieval. *Journal of Experimental Psychology : General*, 135(3), 462.
84. Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of experimental psychology*, 38(4), 404.
85. Grefex, G. O. (2008). Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques : Evaluation en pratique clinique. Paris : *Solal Editeurs*.
86. Guimard, P. (2003). L'analyse clinique de l'orthographe lexicale chez l'enfant débutant ou en difficulté : De quelques repères théoriques et méthodologiques. *Glossa*, 84(84), 24-35.
87. Gunnar, M. R., Nelson, C. A., & Luciana, M. (2001). *Handbook of developmental cognitive neuroscience*. Cambridge : MIT Press.
88. Habib, M. (2018). Dyslexie de développement. *EMC - Psychiatrie/Pédopsychiatrie*, 0(0),1-12.
89. Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition : Theories, definitions, and research evidence. In F. N. Dempster, C. J. Brainerd, and C. J. Brainerd (eds), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). Cambridge : Academic Press.
90. Hawelka, S., & Wimmer, H. (2005). Impaired visual processing of multi-element arrays is associated with increased number of eye movements in dyslexic reading. *Vision Research*, 45(7), 855-863.
91. Helland, T., & Asbjørnsen, A. (2000). Executive functions in dyslexia. *Child Neuropsychology*, 6(1), 37-48.

92. Hudson, J. A., & Fivush, R. (1991). Planning in the preschool years : The emergence of plans from general event knowledge. *Cognitive Development*, 6(4), 393-415.
93. ISAACS, B., & KENNIE, A. T. (1973). The Set test as an aid to the detection of dementia in old people. *The British Journal of Psychiatry*, 123(575), 467-470.
94. Jacquier-Roux, M., Valdois, S., & Zorman, M. (2005). Outil de dépistage des dyslexies (ODÉDYS). *Grenoble : Laboratoire des sciences de l'éducation*. Consulté le, 5, 2017.
95. Jakubowicz, C., & Tuller, L. (2008). Specific language impairment in French. *Studies in French applied linguistics*, 97-133.
96. Jalali-Moghadam, N., & Kormi-Nouri, R. (2015). The role of executive functions in bilingual children with reading difficulties. *Scandinavian journal of psychology*, 56(3), 297-305.
97. Jernigan, T. L., Hesselink, J. R., Sowell, E., & Tallal, P. A. (1991). Cerebral structure on magnetic resonance imaging in language-and learning-impaired children. *Archives of neurology*, 48(5), 539-545.
98. Kallitsoglou, A. (2018). Executive Function Variation in Children With Conduct Problems : Influences of Coexisting Reading Difficulties. *Journal of learning disabilities*, 51(2), 168-180.
99. Kechichian, A. (2006). Etre bilingue et dysorthographique : Etude comparative des erreurs concernant le français et l'arabe chez les enfants dysorthographiques des classes EB2, EB3 et EB4. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'orthophonie, Institut supérieur d'orthophonie, Université Saint Joseph, Beyrouth, Liban.
100. Khentov-Kraus, L., & Friedmann, N. (2011). Dyslexia in vowel letters (DIVL). *Language and Brain*, 10, 65-106.
101. Korkman, M. (2000). Executive functions in children : Assessment, development, and disorders. *Revue de neuropsychologie*, 10(3), 471-487.
102. Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2012). *NEPSY-II : seconde édition*. New York : NCS Pearson.
103. Kouloughli, D. E. (1994). *Grammaire de l'arabe d'aujourd'hui*. Paris : Pocket.
104. KREMIN, H. (1999). La neuropsychologie cognitive de l'orthographe. *Rééducation orthophonique*, 37(200), 129-146.

105. Laloï, A. (2015). *Language and executive functioning in the context of specific language impairment and bilingualism*. Universiteit van Amsterdam [Host].
106. Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H., Lohvansuu, K., ... & Kunze, S. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 686-694.
107. Lautrey, J. (1998). La catégorisation après Piaget. *Evolution des modèles, richesse des pratiques*, 89-102.
108. Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International journal of Psychology*, 17(1-4), 281-297.
109. Lobier, M., Zoubrinetzky, R., & Valdois, S. (2012). The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal. *cortex*, 48(6), 768-773.
110. Loe, I. M., & Feldman, H. M. (2016). The effect of bilingual exposure on executive function skills in preterm and full term preschoolers. *Journal of developmental and behavioral pediatrics : JDBP*, 37(7), 548.
111. Luria, A. R. (1966). *Human brain and psychological processes*. New York : Harper & Row.
112. Majerus, S., & Cowan, N. (2016). The nature of verbal short-term impairment in dyslexia : The importance of serial order. *Frontiers in psychology*, 7, 1522.
113. Manly, T., Robertson, I. H., Anderson, V., Nimmo-Smith, I., Lussier, F., & Flessas, J. (2006). *TEA-Ch : Test d'Evaluation de l'Attention Chez l'enfant*. Montreuil : Éditions du Centre de psychologie appliquée (ECPA).
114. Marieb, E. N., & Hoehn, K. (1999). Le système tégumentaire. *Anatomie et physiologie humaines. Editions du Renouveau Pédagogique Inc*, 142-163.
115. Marquet-Doléac, J., Albaret, J. M., & Bénesteau, J. (1999). Manuel du test d'appariement d'images. Paris : Éditions du centre de psychologie appliquée.
116. Marquet-Doléac, J., Soppelsa, R., & Albaret, J. M. (2010). *Laby 5-12: Test des labyrinthes*. Hogrefe.
117. Martinet, C., Valdois, S., & Fayol, M. (2004). Lexical orthographic knowledge develops from the beginning of literacy acquisition. *Cognition*, 91(2), B11-B22.
118. Mati-Zissi, H., Zafropoulou, M., & Bonoti, F. (1998). Drawing performance in children with special learning difficulties. *Perceptual and Motor skills*, 87(2), 487-497.

119. Mazeau, M. (2005). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages : du symptôme à la rééducation*. Paris : Elsevier Masson.
120. Mejri, S., Said, M., & Sfar, I. (2009). Pluringuisme et diglossie en Tunisie. *Synergies Tunisie, 1*, 53-74.
121. Menghini, D., Finzi, A., Benassi, M., Bolzani, R., Facchetti, A., Giovagnoli, S., ... & Vicari, S. (2010). Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia : a comparative study. *Neuropsychologia, 48*(4), 863-872.
122. Meulemans, T. (2008). L'évaluation des fonctions exécutives. *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques*, 179-229.
123. Ministère de l'éducation nationale (1997), *Les objectifs des programmes scolaires libanais*. Liban.
124. Mohamed, W., Landerl, K., & Elbert, T. (2014). An epidemiological survey of specific reading and spelling disabilities in Arabic speaking children in Egypt. In *Handbook of Arabic Literacy* (pp. 99-117). Springer, Dordrecht.
125. Monette, S., & Bigras, M. (2008). La mesure des fonctions exécutives chez les enfants d'âge préscolaire. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne, 49*(4), 323.
126. Morales, J., Calvo, A., & Bialystok, E. (2013). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of experimental child psychology, 114*(2), 187-202.
127. Mousty, P., Alegria Iscoa, J., Carbonnel, S., Gillet, P., Martory, M. D., & Valdois, S. (1996). L'acquisition de l'orthographe et ses troubles. *Approche cognitive des troubles de la lecture et de l'écriture chez l'enfant et l'adulte*, 165-179.
128. Negro, I., & Chanquoy, L. (2000). Étude des erreurs d'accord sujet-verbe au présent et à l'imparfait. Analyse comparative entre des collégiens et des adultes. *L'année Psychologique, 100*(2), 209-240.
129. Norman, D. A., & Shallice, T. (1980). Attention to Action : Willed and Automatic Control of Behavior Technical Report No. 8006.
130. Pacton, S., Foulin, J. N., & Fayol, M. (2005). L'apprentissage de l'orthographe lexicale. *Rééducation orthophonique, 43*(222), 47-68.
131. Paradis, J., Genesee, F., & Crago, M. B. (2011). Dual Language Development and Disorders : A Handbook on Bilingualism and Second Language Learning. *Brookes Publishing Company*.

132. Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2015). Developmental dyslexia. *Annual review of clinical psychology, 11*, 283-307.
133. Piolat, A., & Olive, T. (2000). Comment étudier le coût et le déroulement de la rédaction de textes? La méthode de la triple tâche : Un bilan méthodologique. *L'Année psychologique, 100*, 465-502.
134. Pothier, B. (1996). *Comment les enfants apprennent l'orthographe : diagnostic et propositions pédagogiques*. Paris : Retz.
135. Poulin-Dubois, D., Blaye, A., Coutya, J., & Bialystok, E. (2011). The effects of bilingualism on toddlers' executive functioning. *Journal of experimental child psychology, 108*(3), 567-579.
136. Raven, J. (1991). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales*. Oxford : Oxford Psychologists Press.
137. Regrin, E., Lubin, A., Laetitia, B. H., Pacton, S., Iannuzzi, S., Delteil, F., & Lanoë, C. (2014). Fonctions exécutives et apprentissages scolaires fondamentaux : étude comparative entre le développement normal et troublé.
138. Reitan, R. M. (1971). Trail making test results for normal and brain-damaged children. *Perceptual and motor skills, 33*(2), 575-581.
139. Reiter, A., Tucha, O., & Lange, K. W. (2005). Executive functions in children with dyslexia. *Dyslexia, 11*(2), 116-131.
140. Rey, A. (1959). Test de copie et de reproduction de mémoire de figures géométriques complexes. Montreuil : ECPA.
141. Rey, V., & Sabater, C. (2003). La dictée d'énoncé : un outil pour dépister un enfant dyslexique? Approche phonologique et morphologique. *Rééducation orthophonique, 41*(213), 131-149.
142. Rice, M. L., Levy, Y., & Schaeffer, J. (2003). A unified model of specific and general language delay : Grammatical tense as a clinical marker of unexpected variation. *Language competence across populations : Toward a definition of specific language impairment, 63-95*.
143. Rieben, L., Fayol, M., & Perfetti, C. A. (1997). *Des orthographes et leur acquisition*. Paris : Delachaux et Niestlé.
144. Robichon, F. (1996). *Contribution aux études électrophysiologiques et neuroanatomiques de la dyslexie de développement chez l'adulte* (Doctoral dissertation, Aix Marseille 2).

145. Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning : Findings from a meta-analysis. *Applied neuropsychology*, 12(4), 190-201.
146. Rondal, J. A., & Seron, X. (2000). *Troubles du langage : bases théoriques, diagnostic et rééducation*. Bruxelles : Editions Mardaga.
147. Roy, A. (2015). Les fonctions exécutives chez l'enfant : des considérations développementales et cliniques à la réalité scolaire. *Dev*, 7, 13-40.
148. Roy, A., Gillet, P., Lenoir, P., Roulin, J. L., & Le Gall, D. (2005). Les fonctions exécutives chez l'enfant : évaluation. *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement*, 149-183.
149. Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J. L., & Fournet, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant : approche épistémologique et sémiologie clinique. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 287-297.
150. Rudkin, S., Pearson, D. G., & Logie, R. H. (2007). Executive processes in visual and spatial working memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 79100.
151. Ryding, K. C. (2005). *A reference grammar of modern standard Arabic*. Cambridge : Cambridge university press.
152. Saiegh-Haddad, E., & Henkin-Roitfarb, R. (2014). The structure of Arabic language and orthography. In *Handbook of Arabic literacy* (pp. 3-28). Dordrecht : Springer
153. Saiegh-Haddad, E., & Joshi, R. M. (Eds.). (2014). *Handbook of Arabic literacy : Insights and perspectives* (Vol. 9). Dordrecht : Springer Science & Business Media.
154. Saiegh-Haddad, E., & Taha, H. (2017). The role of morphological and phonological awareness in the early development of word spelling and reading in typically developing and disabled Arabic readers. *Dyslexia*, 23(4), 345-371.
155. Santillán, J., & Khurana, A. (2018). Developmental associations between bilingual experience and inhibitory control trajectories in Head Start children. *Developmental science*, 21(4).
156. Schelstraete, M. A., & Maillart, C. (2004). Développement des mécanismes orthographiques et limitations de traitement. *Glossa*, 89(89), 4-20.
157. Schuchardt, K., & Mähler, C. (2016). Exekutive Funktionen bei Kindern mit Lernstörungen. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 65(6), 389-405.

158. Schulte-Koerne, G. (2014). Specific learning disabilities-from DSM-IV to DSM-5. *Zeitschrift fur Kinder-und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 42(5), 369-72.
159. Sénéchal, M., Basque, M. T., & Leclaire, T. (2006). Morphological knowledge as revealed in children's spelling accuracy and reports of spelling strategies. *Journal of experimental child psychology*, 95(4), 231-254.
160. Seron, X., Van der Linden, M., & Andrès, P. (1999). Le lobe frontal : à la recherche de ses spécificités fonctionnelles. *Neuropsychologie des lobes frontaux*, 33-88.
161. Shaaban, K., & Ghaith, G. (2000). Historical overview of the role of language in education in Lebanon. *Language and education*, 17-45.
162. Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching : Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151-218.
163. Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning : A direct test of the self-teaching hypothesis. *Journal of experimental child psychology*, 72(2), 95-129.
164. Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia : evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 54(2), 87.
165. Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., & Bonnet, P. (1998). Reading and spelling acquisition in French : the role of phonological mediation and orthographic factors. *Journal of experimental child psychology*, 68(2), 134-65.
166. Stark, M. (1996). Impairment of an egocentric map of locations : Implications for perception and action. *Cognitive Neuropsychology*, 13(4), 481-524.
167. Steinberg, L. (2005). Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in cognitive sciences*, 9(2), 69-74.
168. St-Laurent, D., & Moss, E. (2002). Le développement de la planification : influence d'une activité conjointe. *Enfance*, 54(4), 341-361.
169. St-Pierre, M. C., Dalpé, V., Lefebvre, P., Giroux, C., Dalpé, M. C. S. P. V., & Céline, P. L. G. (2000). *Difficultés de lecture et d'écriture*. Québec : PUQ.
170. Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.

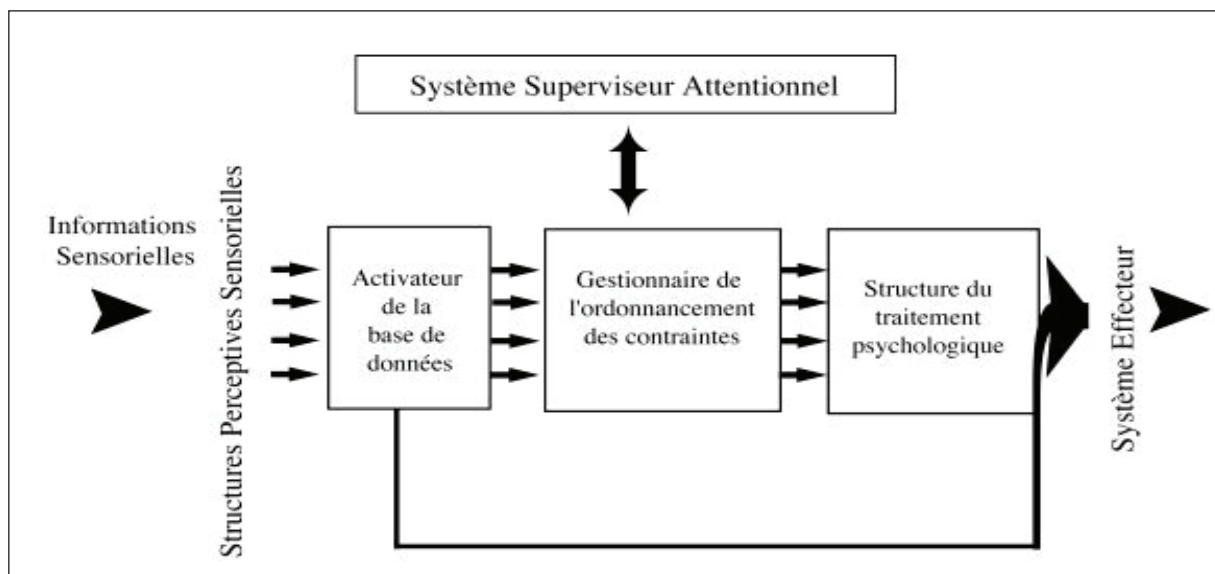
171. Stuart, M., & Howard, D. (1995). KJ : A developmental deep dyslexic. *Cognitive Neuropsychology*, *12*(8), 793-824.
172. Swancer, B. (2017). The Curious case of Phineas Gage. In *Mysterious Universe*.
173. Swanson, H. L., & Ashbaker, M. H. (2000). Working memory, short-term memory, speech rate, word recognition and reading comprehension in learning disabled readers : does the executive system have a role? 1. *Intelligence*, *28*(1), 1-30.
174. Taha, H., & Khateb, A. (2013). Resolving the orthographic ambiguity during visual word recognition in Arabic : an event-related potential investigation. *Frontiers in human neuroscience*, *7*, 821.
175. Thibault, C., & Pitrou, M. (2012). *L'aide-mémoire des troubles du langage et de la communication : l'orthophonie à tous les âges de la vie; itinéraire en 9 étapes; champs de compétences; préventions et prise en charge précoce; conditions d'exercice*. Malakoff : Dunod.
176. Thibault, M., Lenfant, M., & Helloin, M. (2012). *Exalang 8-11-Batterie informatisée pour l'examen du langage oral, du langage écrit et des compétences transversales du CE1 au CM2*. Grenade : Orthomotus.
177. Touzin, M. (2004). Troubles des apprentissages et attention. *Rééducation orthophonique*, *42*(218), 139-145.
178. Valdois, S. (1996). Les dyslexies développementales. Questions d'actualité. *Revue de Neuropsychologie*, *6*(2), 167-188.
179. Valdois, S. (2005). Traitements visuels et dyslexies développementales. *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement*. Marseille : Editions Solal.
180. Valdois, S., Bosse, M. L., & Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia : Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, *10*(4), 339-363.
181. 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 case studies. *Reading and Writing*, *16*(6), 541-572.
182. Valdois, S., Gérard, C., Vanault, P., & Dugas, M. (1995). Peripheral developmental dyslexia : a visual attentional account? *Cognitive Neuropsychology*, *12*(1), 31-67.
183. Valdois, S., Peyrin, C., Lassus-Sangosse, D., Lallier, M., Demonet, J. F., & Kandel, S. (2014). Dyslexia in a French-Spanish bilingual girl : behavioural and neural modulations following a visual attention span intervention. *Cortex*, *53*, 120-145.

184. Van Assche, E., Duyck, W., & Gollan, T. H. (2013). Whole-language and item-specific control in bilingual language production. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 39(6), 1781.
185. Van der Linden, M., Hupet, M. & Feyereisen, P. (2010). Cognitive mediators of age-related differences in language comprehension and verbal memory performance. *Aging, neuropsychology and cognition*, 18, 32-55.
186. Van Grunderbeeck, N., & Trottier, M. (1984). Orthographe grammaticale et développement de la pensée opératoire. *Revue des sciences de l'éducation*, 10(1), 3-14.
187. Von Suchodoletz, A., Fäsche, A., & Skuballa, I. T. (2017). The Role of Attention Shifting in Orthographic Competencies : Cross-Sectional Findings from 1st, 3rd, and 8th Grade Students. *Frontiers in psychology*, 8, 1665.
188. Walda, S. A., van Weerdenburg, M., Wijnants, M. L., & Bosman, A. M. (2014). Progress in reading and spelling of dyslexic children is not affected by executive functioning. *Research in developmental disabilities*, 35(12), 3431-3454.
189. Wechsler, D. (2014). *Wechsler intelligence scale for children—fifth edition (WISC-V)*. Bloomington, MN : Pearson.
190. Wernicke, C. (1874). *Der aphasische Symptomencomplex : eine psychologische Studie auf anatomischer Basis*. Cohn.
191. Willans, G. (2009). *Down with Skool!: A Guide to School Life for Tiny Pupils and Their Parents*. Penguin UK.
192. Wilson, F., Emslie, H., Burden, V., Nimmo-Smith, I., & Wilson, B. A. (2004). Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome for Children (BADSC): Utility in Clinical Practice? *Brain Impairment*, 5(1), 109.
193. Wimmer, H., Landerl, K., Linortner, R., & Hummer, P. (1991). The relationship of phonemic awareness to reading acquisition : More consequence than precondition but still important. *Cognition*, 40(3), 219-249.
194. Zebib, R. Henry, G. Khomsi, A. Messarra, C. & Kouba Hreich, E. (2017). *ELO-L, Evaluation du langage oral chez l'enfant libanais*. Liban Tests Editions. Montreuil : ECPA, Pearson.
195. Zesiger, P. (1995). *Ecrire, Approche cognitive, neuropsychologique et développementale*. Paris : Presses Universitaires de France.
196. Zesiger, P. (2003). Acquisition et troubles de l'écriture. *Enfance*, 55(1), 56-64.

197. Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages : a psycholinguistic grain size theory. *Psychological bulletin*, *131*(1), 3.
198. Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Fásca, L., ... & Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading : A cross-language investigation. *Psychological science*, *21*(4), 551-559.

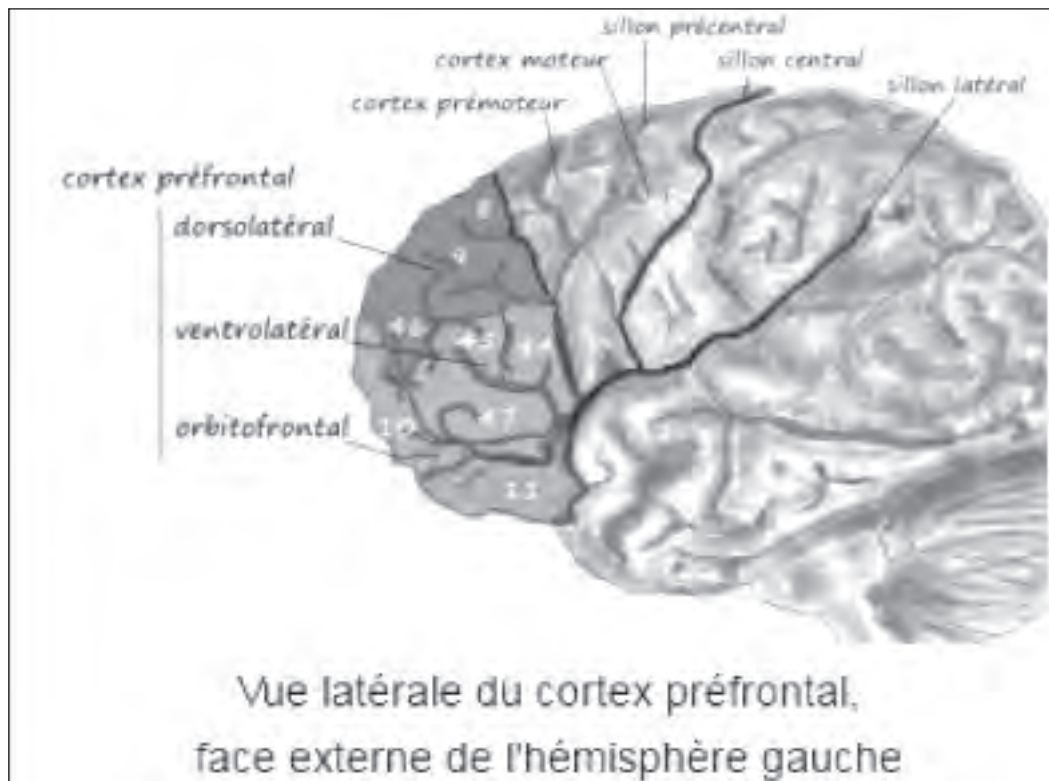
Annexes

Annexe I :



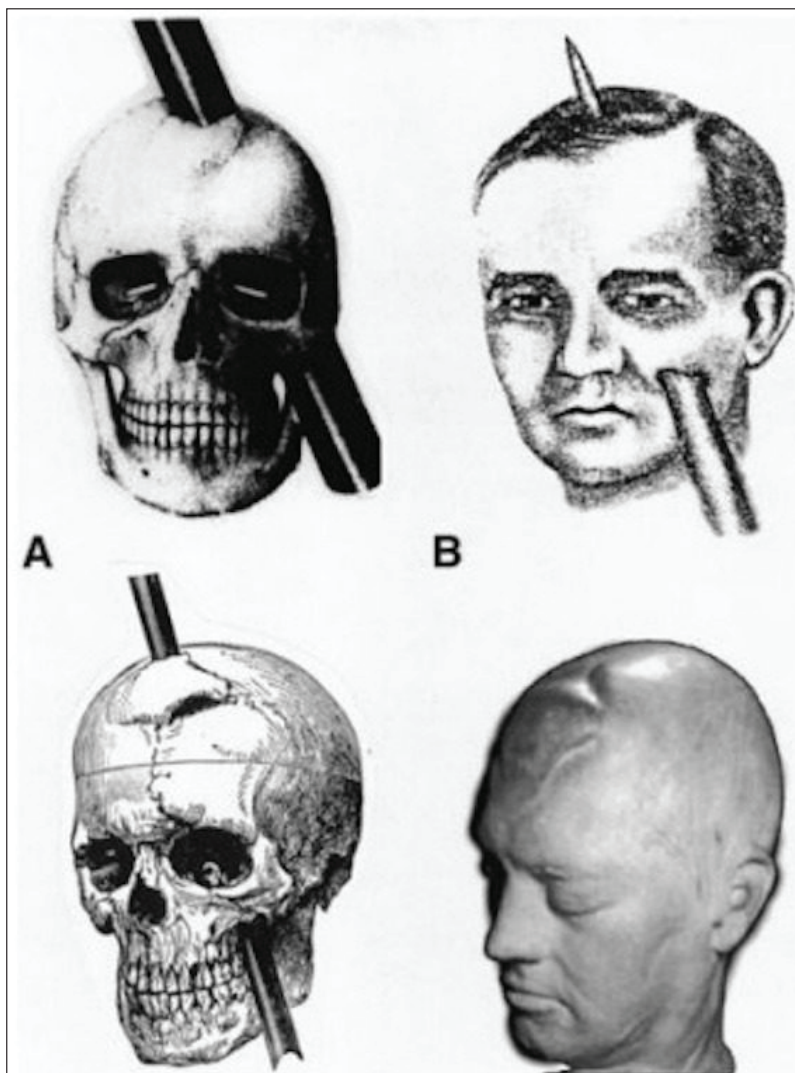
Le modèle du système superviseur (Norman & Shallice, 1980).

Annexe II :



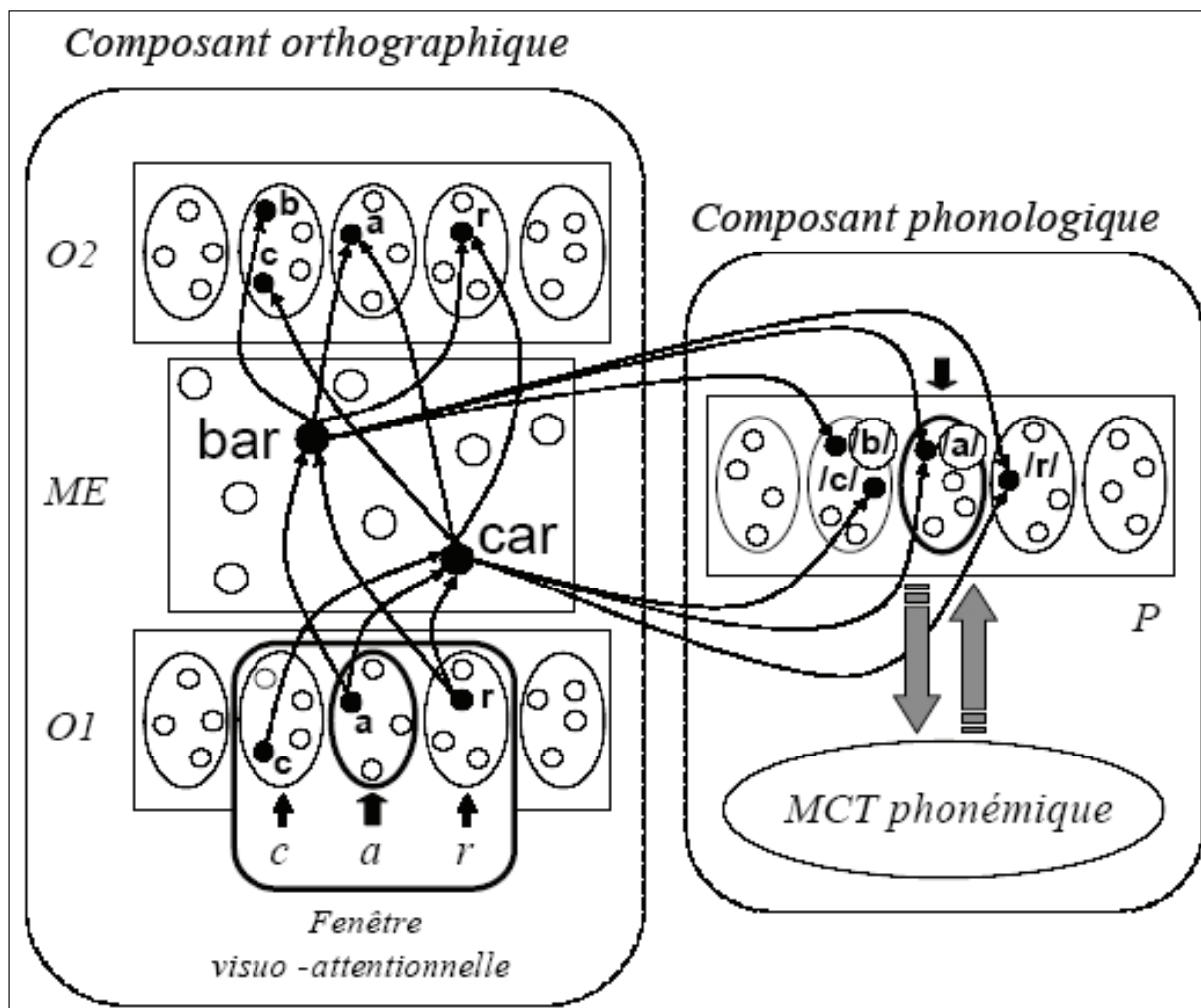
Vue latérale du cortex préfrontal, face externe de l'hémisphère gauche. (Gunnar, Nelson, & Luciana, 2001).

Annexe III :



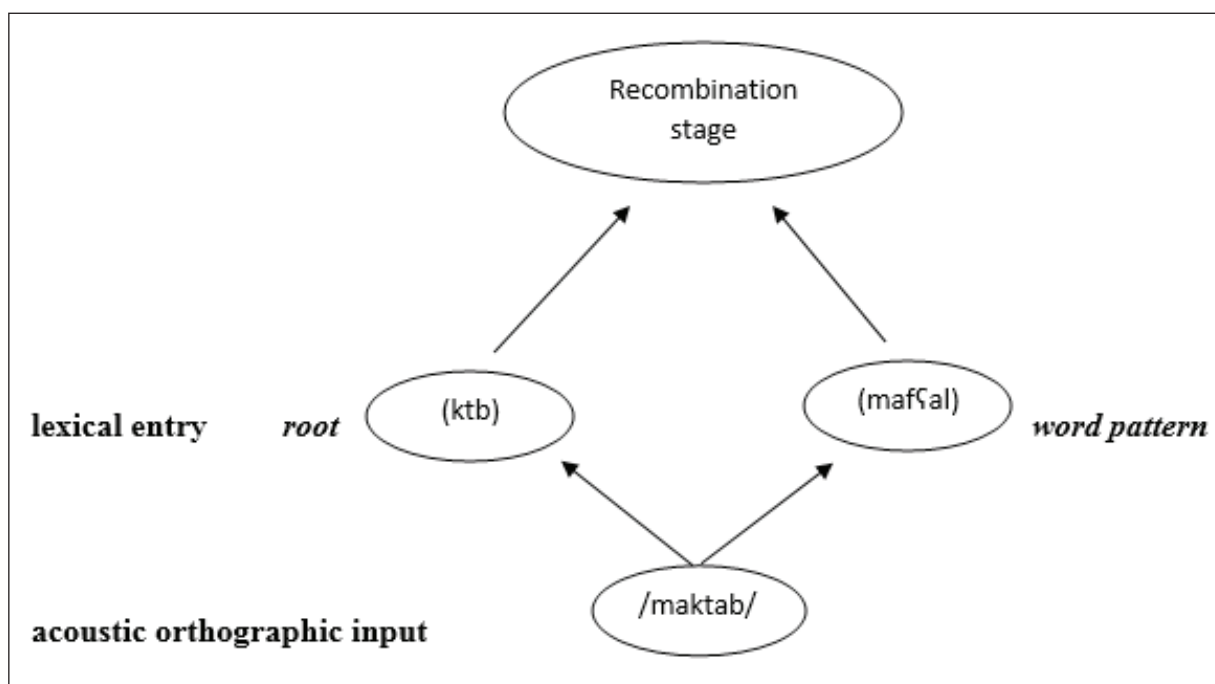
La blessure de Gage. The Curious case of Phineas Gage (Swancer, 2017).

Annexe IV :



Représentation schématique du modèle multi-traces de lecture (Valdois, Bosse, & Tainturier, 2004).

Annexe V :



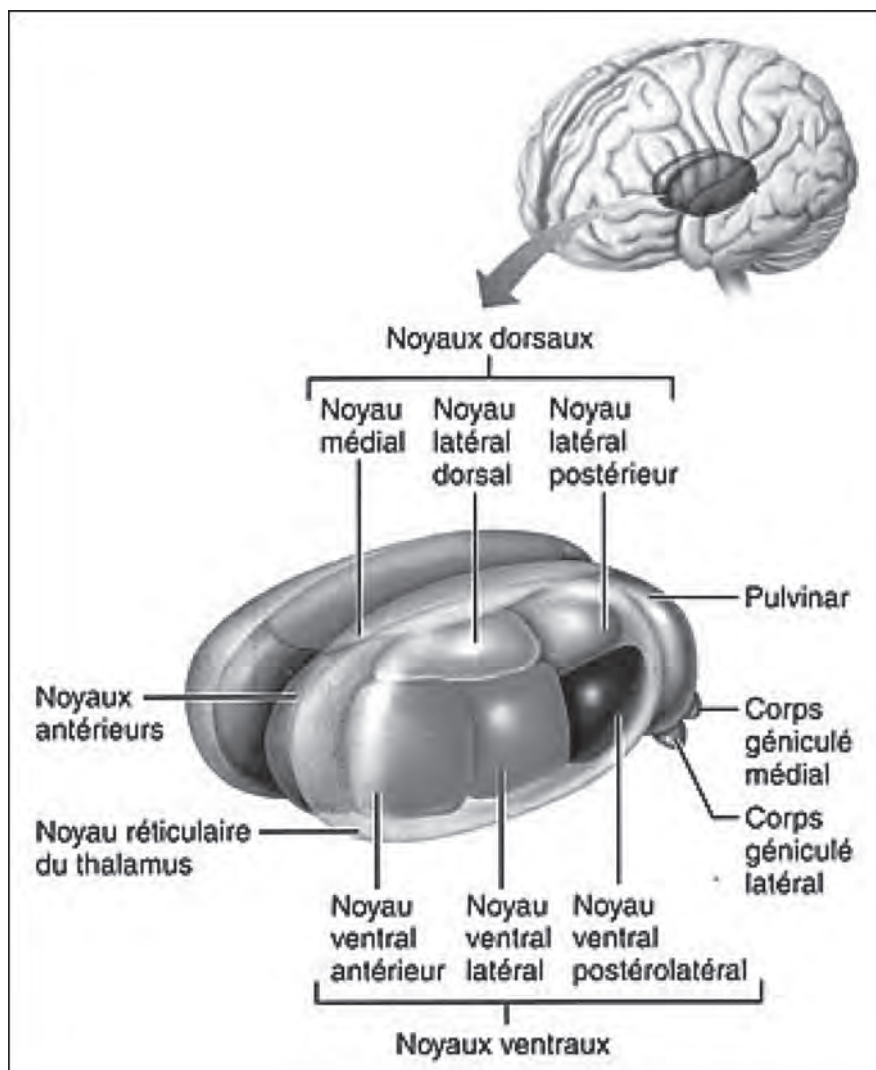
Le modèle de « décomposition morphologique obligatoire » (Boudelaa, 2014).

Annexe VI :

Final non ligated	Final ligated	Medial ligated	Initial (or medial non ligated)	IPA	Graphemic transcription
ا	ا	ا	ا	a	A
ب	ب	ب	ب	b	B
ت	ت	ت	ت	t	T
ث	ث	ث	ث	θ	θ
ج	ج	ج	ج	ǰ	J
ح	ح	ح	ح	ħ	H
خ	خ	خ	خ	x	X
د	د	د	د	d	D
ذ	ذ	ذ	ذ	ð	Ð
ر	ر	ر	ر	r	R
ز	ز	ز	ز	z	Z
س	س	س	س	s	S
ش	ش	ش	ش	ʃ	Š
ص	ص	ص	ص	ʕ	ʕ
ض	ض	ض	ض	ɬ	D
ط	ط	ط	ط	t	t
ظ	ظ	ظ	ظ	z	Z
ع	ع	ع	ع	ʕ	ʕ
ف	ف	ف	ف	f	F
ق	ق	ق	ق	q	Q
ك	ك	ك	ك	k	K
ل	ل	ل	ل	l	L
م	م	م	م	m	M
ن	ن	ن	ن	n	N
ه	ه	ه	ه	h	H
و	و	و	و	w/u:	W
ي	ي	ي	ي	y/i:	Y
آ	آ	آ	آ		Ĥ
(أ و ئ) ء	(أ و ئ) ء	(أ و ئ) ء	أ / إ	ʔ	ʔ

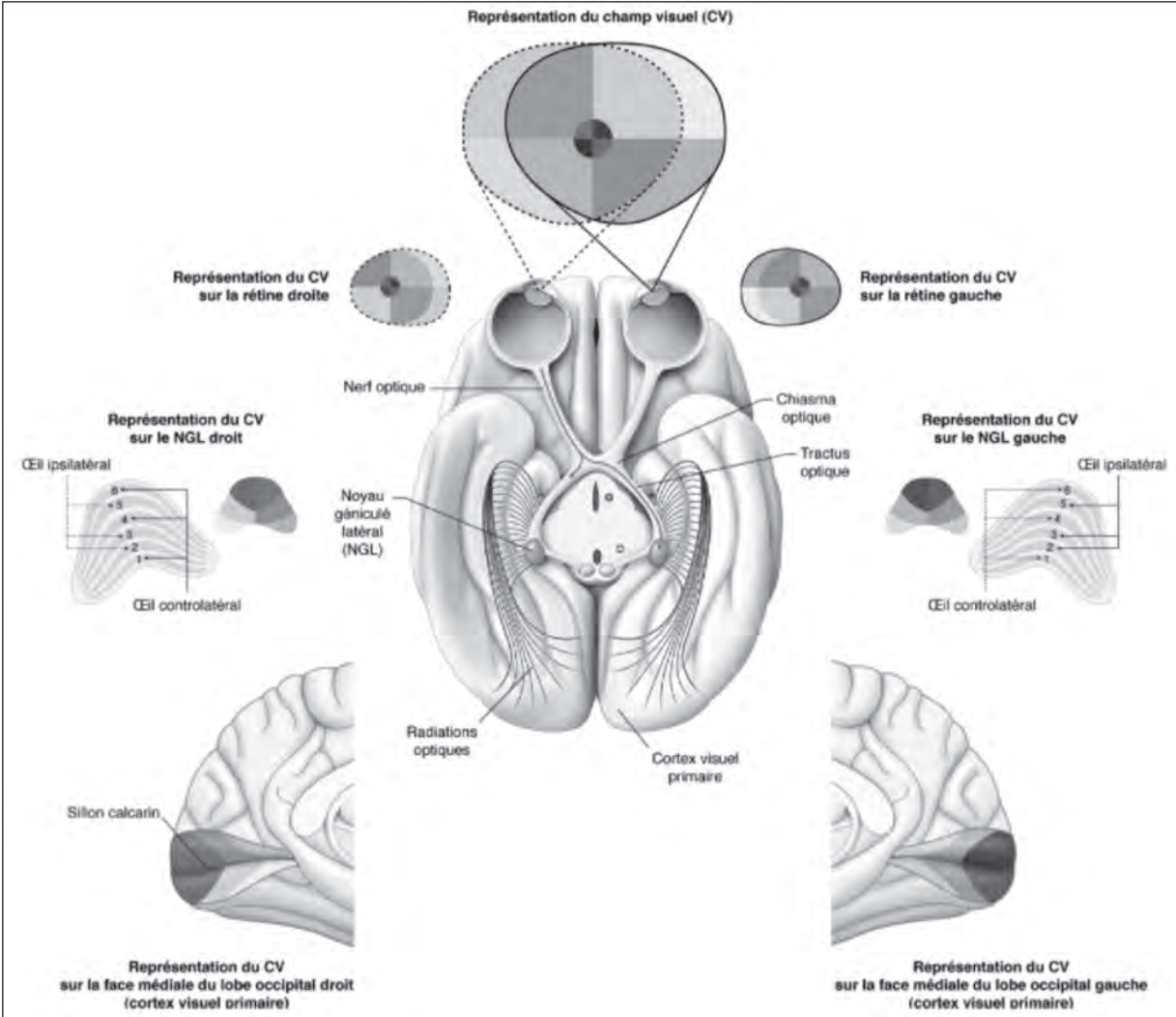
Les différentes formes des lettres arabes (Friedmann & Haddad-Hanna, 2014).

Annexe VII :



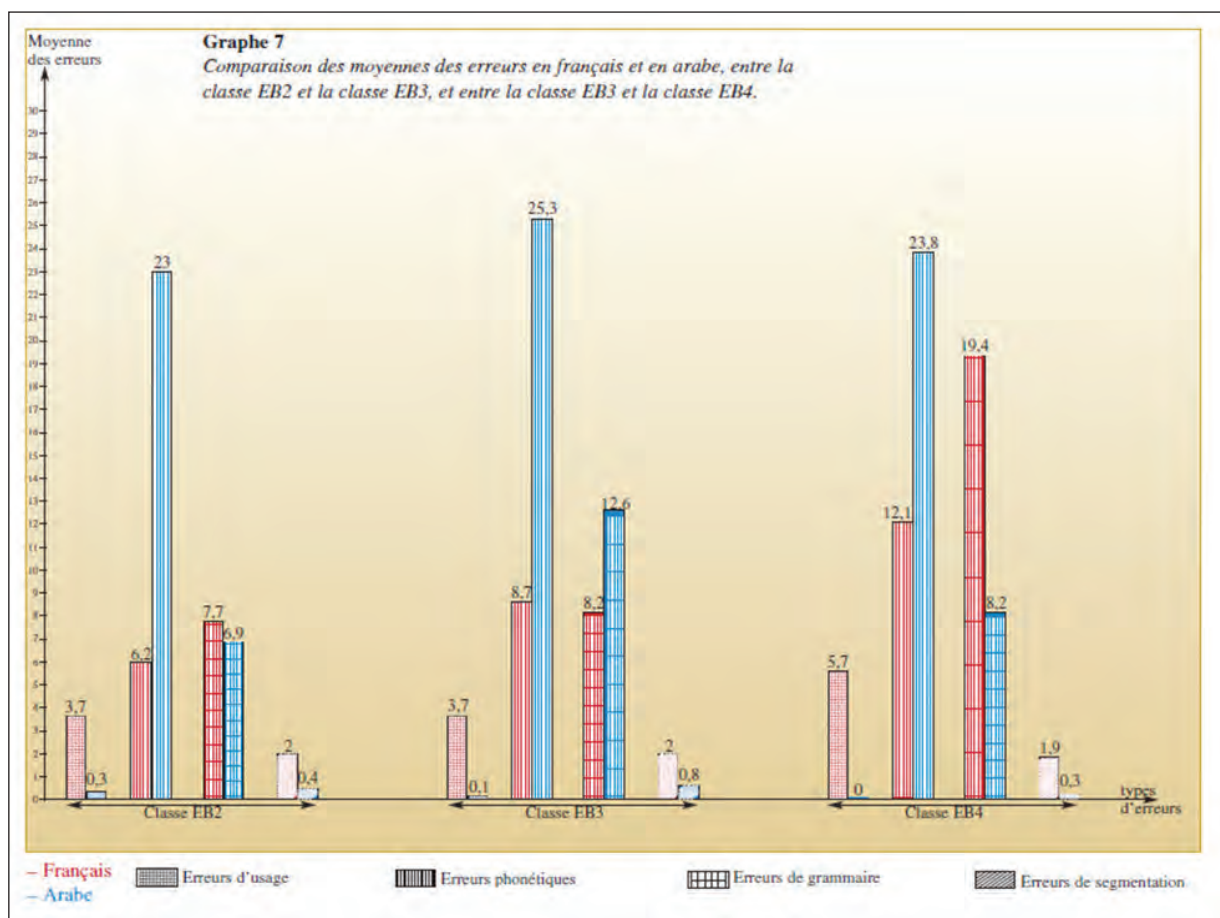
Noyaux du thalamus (Marieb & Hoehn, 1999).

Annexe VIII :



Anatomie macroscopique de la voie visuelle principale en coupe axiale passant par les noyaux géniculés latéraux (Felten & Jozefowicz, 2006).

Annexe IX :



Graphique de comparaison des moyennes des erreurs en français et en arabe chez les enfants dysorthographiques entre les classes CE1, CE2 et CM1 (Kechichian, 2006).

Annexe X :

LES CONSONNES		LES VOYELLES	
Phonèmes	Lettres correspondantes en arabe	Phonèmes	Lettres correspondantes en arabe
t	ت	ā	ا
b	ب	ī	ي
f	ف	ū	و
ʃ	ش	y	-
z	ز	e	-
n	ن	œ	-
r	ر	ɛ	-
x	خ	ā	-
ʕ	ع	ə	-
d	ض	∅	-
ʒ	ص	a	ـَ
θ	ث	u	ـُ
h	ح	i	ـِ
g	-	o	-
p	-	ε	-
ŋ	-	ɔ	-
k	ك	œ	-
d	د	ɑ	-
s	س	ē	-
ʒ	ج	ō	-
m	م		
l	ل		
ʕ	ع		
ʔ	ء		
t̤	ط		
ʔ̤	ظ		
q	ق		
ð	ذ		
h	ه		
v	-		
R	-		

LES SEMI-VOYELLES	
Phonèmes	Lettres correspondantes en arabe
w	و
j	ي
ɥ	-

DUBOIS J. (1973), *Dictionnaire de linguistique*, Librairie Larousse, Paris, 516 p.

Alphabet phonétique international (Dubois, 1973).

Annexe XI :

Spécificités de la langue française	Spécificités de la langue arabe
Langue parlée et écrite identiques	Langue parlée différente de la langue écrite
Langue opaque	Langue transparente
26 lettres	28 lettres
36 phonèmes	28 phonèmes
Ecriture de gauche à droite	Ecriture de droite à gauche
Pas de changements de la forme des lettres dans un mot	Changement de la forme des lettres dans un mot
Un type d'espace : Entre les mots (toutes les lettres peuvent s'attacher)	Deux types d'espace : Entre les lettres et entre les mots (certaines lettres peuvent s'attacher et d'autres non)
Mots irréguliers	Mots réguliers
Di et trigraphes	Sons visuellement et auditivement proches
Homonymes	Voyelles casuelles
Accords inaudibles	Accords audibles

Tableau comparatif résumant les spécificités des deux langues : française et arabe.

Annexe XII :

LETTRE D'INFORMATION

POUR PARTICIPATION A UNE RECHERCHE EN SCIENCES DU LANGAGE

TITRE DE LA RECHERCHE :

Fonctions exécutives et orthographe : Développement et lien chez les enfants libanais bilingues francophones (à développement typique et dyslexiques) du CE1 au CM1

Madame, Monsieur,

Nous vous proposons de participer à une étude de recherche clinique. Cette lettre d'information vous détaille en quoi consiste cette étude. Vous pourrez prendre le temps pour lire et comprendre ces informations et de réfléchir à votre participation.

NOMS DES CHERCHEUSES :

KARINE DUVIGNAU (PR SCIENCES DU LANGAGE) ET AURÉLIE SIMOES PERLANT (MCF HDR PSYCHOLOGIE DÉVELOPPEMENTALE) - CO-DIRECTRICES DU PROJET DE THÈSE.

ANNA KECHICHIAN (ORTHOPHONISTE) - DOCTORANTE EN SCIENCES DU LANGAGE A L'UNIVERSITE DE TOULOUSE II.

BUT DE L'ETUDE :

Etudier le développement et l'impact des fonctions cognitives sur l'orthographe française et arabe dans les classes primaires (du CE1 au CM1), chez des enfants bilingues libanais francophones à développement typique et chez des enfants bilingues libanais francophones présentant un trouble spécifique des apprentissages.

Cette recherche contribuera à rendre les évaluations et les prises en charge orthophoniques plus efficaces au niveau du langage écrit.

DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE :

Une évaluation des capacités orales, orthographiques et cognitives sera effectuée individuellement dans une salle calme. La durée totale de la passation est de 1h 45 minutes. Le protocole sera effectué au cours des horaires scolaires en coopération avec les responsables.

FRAIS :

Votre collaboration à ce protocole de recherche en sciences du langage n'entraînera pas de participation financière de votre part.

CONFIDENTIALITE :

Toute information recueillie pendant cet essai sera traitée de façon confidentielle.

Seuls les responsables de l'étude pourront avoir accès à ces données. A l'exception de ces personnes -qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret professionnel-, votre anonymat sera préservé. La publication des résultats de l'étude ne comportera aucun résultat individuel. Si vous avez des questions pendant votre participation à cette étude, vous pourrez me contacter par **courriel : annakechichian@gmail.com** ou par **Tel : 03 823006**.

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à cette étude. Vous pouvez également décider en cours d'étude d'arrêter votre participation sans avoir à vous justifier.

Nous vous remercions d'avoir pris le temps de lire cette lettre d'information. Si vous êtes d'accord pour participer à cette recherche, nous vous invitons à signer le formulaire de consentement ci-joint.

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT
POUR LA PARTICIPATION A UNE RECHERCHE EN SCIENCES DU LANGAGE

Je soussigné(e)(*Prénom et Nom du parent ou tuteur*), accepte de participer à l'étude **Fonctions exécutives et orthographe : Développement et lien chez les enfants libanais bilingues francophones (à développement typique et dyslexiques) du CE1 au CM1.**

Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été clairement expliqués par Mme Anna Kechichian, doctorante en sciences du langage.

J'ai lu et compris la fiche d'information qui m'a été remise.

J'accepte que les documents de mon dossier qui se rapportent à l'étude puissent être accessibles aux responsables de l'étude. A l'exception de ces personnes, qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret professionnel, mon anonymat sera préservé.

J'ai bien compris que ma participation à l'étude est volontaire.

Je suis libre d'accepter ou de refuser de participer, et je suis libre d'arrêter à tout moment ma participation en cours d'étude.

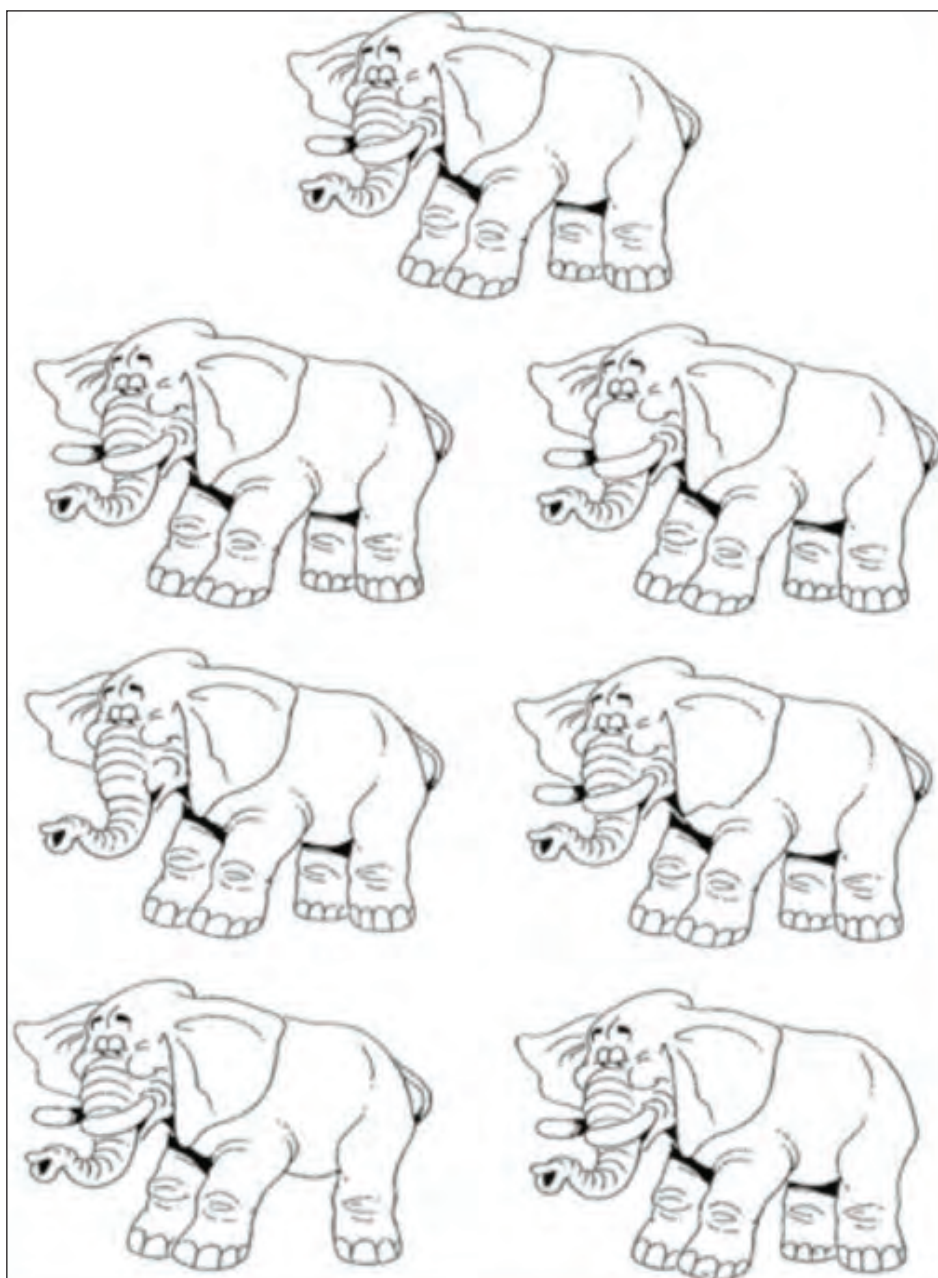
Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités.

Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes mes questions, j'accepte librement et volontairement de participer à la recherche qui m'est proposée.

Fait à, le

Signature du parent ou tuteur

Annexe XIII :



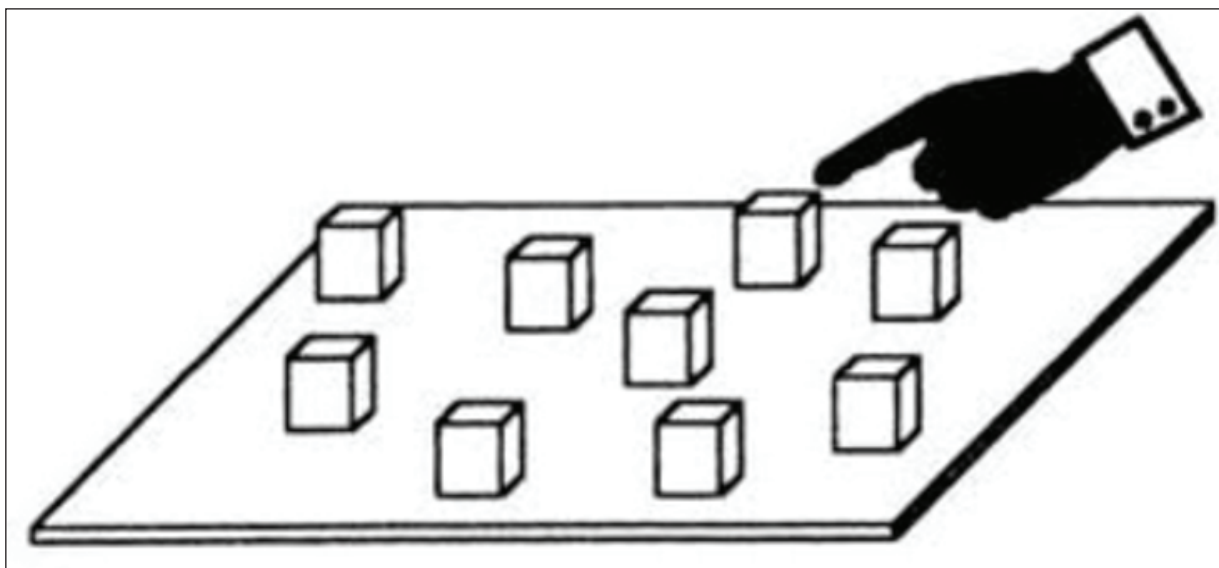
Exemple du Test d'appariement d'images (Marquet-Doléac, Albaret, & Bénesteau, 1999).

Annexe XIV :

	Empan endroit	Empan envers
2-9		
1-5-3		
7-2-4		
2-6-7-1		
3-9-4-6		
4-7-2-9-5		
8-3-6-2-4		
6-3-2-1-4-8		
5-7-9-3-6-4		
3-5-1-8-7-9-2		
2-8-9-4-6-1-7-3		

Epreuve de mémoire de travail verbale, Test de rétention de chiffres (Jacquier-Roux, Valdois, & Zorman, 2005).

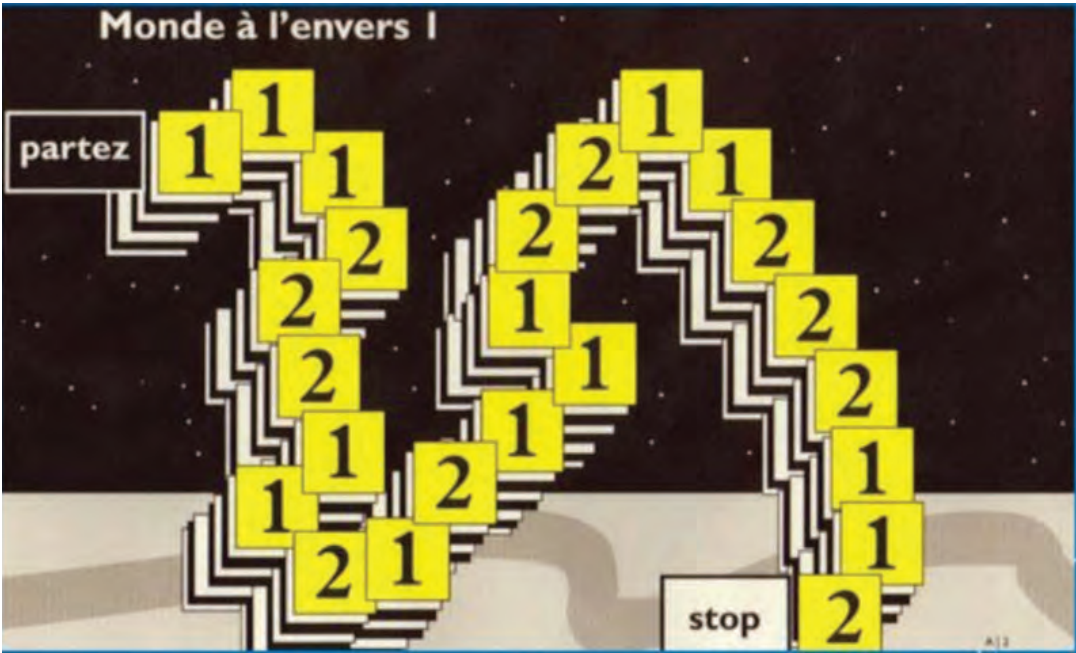
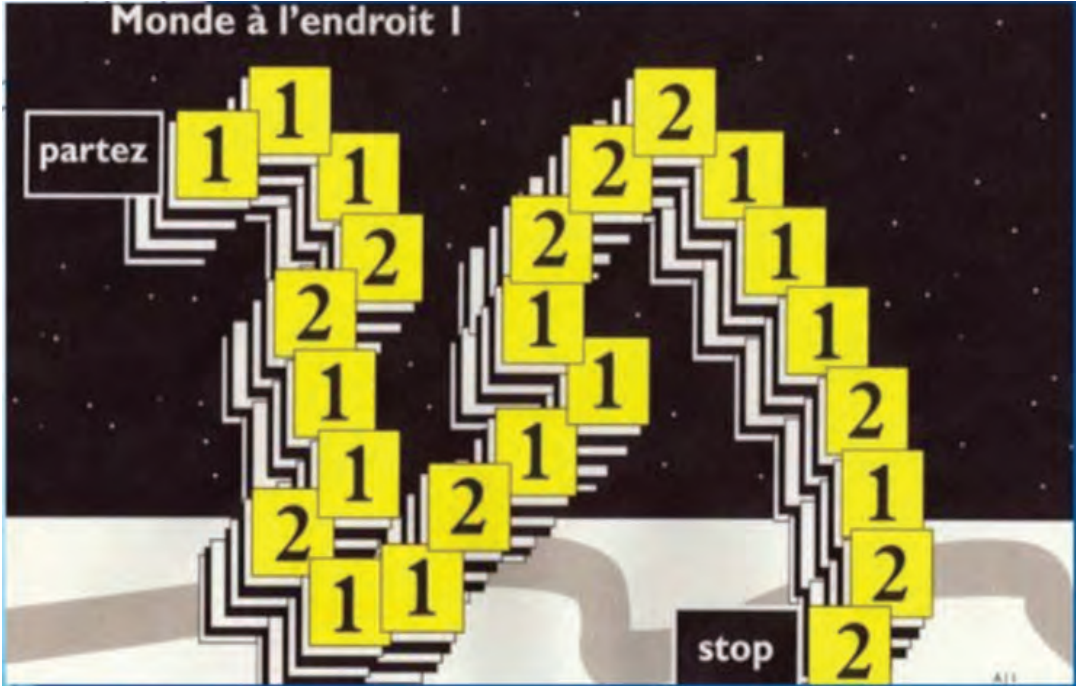
Annexe XV :



Exemple	2-6	7-9
Niveau	Essai 1	Essai 2
2	8-5	6-4
3	4-7-2	8-1-5
4	3-4-1-7	6-1-5-8
5	5-2-1-8-6	4-2-7-3-1
6	3-9-2-4-8-7	3-7-8-2-9-4
7	5-9-1-7-4-2-8	5-7-9-2-8-4-6
8	5-8-1-9-2-6-4-7	5-9-3-6-7-2-4-3
9	5-3-8-7-1-2-4-6-9	4-2-6-8-1-7-9-3-5

Epreuve de mémoire de travail visuo-spatiale, Test des blocs de Corsi (Corsi, 1972).

Annexe XVI :



Epreuve des mondes contraires (Manly, Robertson, Anderson, & Nimmo-Smith, 2006).

Annexe XVII :



Epreuve de catégorisation (Korkman, Kirk, & Kemp, 2007).

Annexe XVIII :



Exemple du Test Laby 5-12 (Marquet-Doléac, Soppelsa, & Albaret, 2010).

Annexe XIX :

Les épreuves de dictée de phrases en français et en arabe par classe (Kechichian, 2006) :

CE1

- Le beau chat noir saute.
- Les voitures roulent vite.
- Les enfants regardent les nuages.
- Maman a soif.
- Le pantalon est dans ta chambre.
- J'aime les cerises.
- Mon cousin va à l'école.

- أخبرتِ البنْتُ والدَها عن زيارَتِها لحديقَةِ الحيواناتِ.
- هذه هديَّةٌ ملفوفةٌ بورقةٍ جميلةٍ.
- حطَّت فراشةٌ من الفراشاتِ الملونةِ على الوردِ.
- صنع الأُوَلاَد قاربًا من ورقِ.
- سَأَلَ سمكةً كبيرةً.

- Les filles ont fait des boules de neige.
- Dans les bois, on ramasse des champignons.
- La maison où j'habite est neuve.
- Les oiseaux chantent sur la branche du sapin.
- Nous mangeons du pain et du fromage.
- Ma sœur ne fera pas de la peinture à l'école.
- Hier, il a acheté une guitare pour son cousin.
- Porteras-tu une robe ou une jupe ?

- تمرّنتُ على تمثيلِ دوري.
- دنا منها وسلّم عليها.
- دخلنا الصّفّ وسمعنا المعلّمة تقولُ لبعضِ الفتياتِ: «تقدّمن من اللّوح واكتبن أفعالاً ماضيةً».
- قضى سعيدٌ عدّة سنواتٍ خارج لبنان.
- دعا الأبُ ولده كي يعودَ إلى الضّيعة ليساعد الرّعاة.
- سأخذُ الأغراضَ وأعودُ إلى الدّار.
- رأى أبي سيّارةً معطلّةً تعرقلُ مرورَ المشاة.
- قلتُ له: « لقد قمتَ بدوركِ بامتياز».

- Elle a mis des coussins verts et roses dans son salon.
- Le garçon était là, il jouait de la guitare.
- Les singes grimpent sur les arbres.
- Elle a oublié ses bijoux et ses jolies robes bleues à la maison.
- En été, on portera des habits légers.
- Où avez-vous mis les assiettes et les verres, dans le placard ou sur la table ?
- Les filles sont gentilles, elles ont accepté de venir.
- Nous interrogeons les témoins aujourd'hui.
- Les travaux de bricolage sont épuisants.

- سمع الأهل صوتاً غريباً وضجةً مخيفةً فخرجوا من منازلهم.

- شاهد تاجرٌ حصاناً فأراد أن يشتريه.

- هذا المكانُ كثيرُ الصيدِ، فالصيّادونَ يفرحونَ بالأرضِ الخصبة.

- وقفَ الرّجلُ وراءَ شجرةٍ كبيرةٍ كاللّص.

- يجب أن يكونَ للصداقةِ والمحبةِ مكانٌ خاصٌّ في قلوبنا وأعمالنا.

- ذهبتِ البنْتُ معَ أمّها لتشتريَ التّوت.

- دخلتُ الحديقةَ وشاهدتُ الهرةَ تلعبُ بالطّابة.

- سافرتُ معَ رفيقكَ أخذين معكُما حقبتين.

