



UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES



UNIVERSITÉ
**Grenoble
Alpes**



THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES

Spécialité : Sciences Cognitives, Psychologie et Neurocognition

Arrêté ministériel: 7 août 2006

Présentée par :

Faris Haroon Rasheed AWADH

Thèse dirigée par Sylviane VALDOIS

préparée au sein du **Laboratoire de Psychologie et
NeuroCognition (LPNC)**, CNRS, UMR 5105

dans l'**École Doctorale Ingénierie pour la Santé, la Cognition et
l'Environnement (EDISCE)**

Caractérisation et rôle de l'empan visuo-attentionnel chez les lecteurs arabophones adultes et enfants (experts et dyslexiques développementales)

Thèse soutenue publiquement le 21 mars 2016

Membres du jury :

Mme Marie-Line BOSSE, Professeur des universités, Université Grenoble-Alpes, Grenoble, France. (examinatrice) (Présidente du jury)

Mr Yves CHAIX, Professeur des universités, Université Paul Sabatier III et INSERM U825, Toulouse, France. (rapporteur)

Mr Ahmed AHAMI, Professeur des universités, Unité de Neurosciences et Santé, Université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc. (rapporteur)

Mme Marie-Josephe TAINURIER, Professeur des universités, School of Psychology, Bangor University, Pays de Galles, Royaume Uni. (examinatrice)

Mme Sylviane VALDOIS, DR CNRS, UMR 5105, Université Grenoble-Alpes, Grenoble, France. (directrice de thèse)



REMERCIEMENTS

Je tiens plus particulièrement à remercier ma directrice de thèse, Madame VALDOIS qui, par sa disponibilité et ses conseils avisés m'a apporté le soutien nécessaire à la réalisation de ce travail dans de bonnes conditions. Elle m'a amené au cours du chemin vers l'étude de la recherche scientifique. Qu'elle trouve ici toute ma gratitude.

Je voudrais remercier les membres de jury pour avoir accepté de juger mon travail de thèse et pour le temps qu'ils ont consacré à la lecture de ce travail.

Je voudrais remercier mes familles qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour leur aide et leurs affectueux encouragements.

Je tiens à adresser mes plus vifs et sincères remerciements à tous ceux et celles qui, par leur aide ou par leur présence, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Un grand merci aux membres du Laboratoire de Psychologie et Neurocognition de l'Université de Grenoble Alpes pour leur accueil au cours de la préparation de ce travail.

J'adresse aussi mes remerciements à Anne GUERIN-DUGUE la directrice de l'école doctorale EDISCE et Jean-Luc SCHWARTZ ancien directeur de l'école doctorale EDISCE. Ce qui m'a permis d'obtenir l'occasion d'étudier dans cette école.

Je remercie très sincèrement le centre universitaire d'études françaises (CUEF) et Coup de Pouce Etudiants-Grenoble (CPEG 38) pour ses précieux conseils qui me les ont donnés pendant la période de mon étude de la langue française.

Je tiens également à remercier Mme Christelle Berger enseignante de français au (CUEF) qu'elle m'a donné beaucoup d'aide au début de mes études.

Je remercie Messieurs, David Chaberty et Andre Burnet qu'ils m'ont donné beaucoup d'aide au début de mes études.

Toute ma reconnaissance s'adresse également à mes amis qui depuis tant d'années m'encouragent et dont la chaleur, l'enthousiasme et le soutien m'ont permis de continuer mon parcours académique.

Enfin, je suis très reconnaissante vis-à-vis des directeurs d'écoles, des enseignants et surtout des élèves qui se sont prêtés avec joie au travail expérimental. Vous avez chacun à votre manière permis l'aboutissement de ce travail et je vous en serais éternellement reconnaissante.

*Dernière leçons
Être fidèle.....*

Je dédie c ette thèse à ...

*Dr. Sérgio Vieira de Mello
Haut Commissaire des Nations Unies aux
droits de l'homme et Représentant spécial
du Secrétaire général de l'ONU en Iraq.*

*Dr. Sylviane VALDOIS
Directrice de Recherches et Professeur,
Université Grenoble-Alpes, France*

*Dr. Zaiid Abdul Kareem Jaid
Professor Dr. Faculté des arts, Département de
psychologie, Université Al Qadisiyah. Iraq*

*À vous...
Je dois ce que je suis*

Je suis fière et content de réaliser ce travail scientifique et à vous dédier.

*Avec tous mes respects et mon éternelle reconnaissance.
Faris*

Résumé

L'objectif général de cette thèse était d'étudier les capacités d'empan visuo-attentionnel (VA) des lecteurs arabophones. Les recherches ont montré que l'empan VA module le traitement visuel des séquences de lettres et joue à ce titre un rôle important en lecture experte, tel que modélisé dans le cadre du modèle multitraces de lecture experte (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998). Il a également été montré que l'empan VA joue un rôle dans l'acquisition de la lecture et qu'une réduction de l'empan VA explique certaines formes de dyslexies développementales. Néanmoins, les études menées jusqu'ici se sont limitées aux langues européennes. Il s'agissait donc d'évaluer la pertinence du concept d'empan VA dans une langue de structure très différente, comme l'arabe. Deux questions principales ont été abordées : la première (Etude 1) portait sur une éventuelle modulation des capacités d'empan VA selon la langue ; elle a été menée chez des lecteurs experts. La seconde (Etude 2) visait à évaluer l'implication de l'empan VA dans les troubles de l'apprentissage de la lecture. Dans l'étude 1, nous avons comparé les performances d'empan VA chez des adultes de langue française, espagnole et arabe. Nous montrons notamment que les capacités d'empan VA sont plus limitées chez les arabophones que chez les français ou les hispanophones. La taille de l'empan VA n'est pas modulée par la transparence de la langue mais pourrait varier selon les contraintes de traitement des mots (traitement parallèle pour le français et l'espagnol mais traitement privilégié de la racine morphologique pour l'arabe). L'étude 2 a porté sur des enfants arabophones de 4^{ème} et 5^{ème} année, bons et mauvais lecteurs, qui ont été soumis à des épreuves de lecture, de conscience phonologique et d'empan VA. Nous montrons que les capacités d'empan VA contribuent à expliquer les performances en lecture de mots et de texte, voyellé et non voyellé, indépendamment des capacités phonologiques des enfants. Comme dans les langues européennes, un sous-groupe d'enfants mauvais lecteurs présente un trouble isolé de l'empan VA. Par contre, la proportion d'enfants présentant un trouble de l'empan VA, isolé ou pas, est beaucoup plus importante que dans les études précédentes portant sur les langues européennes. Ces résultats devraient conduire à proposer de nouveaux outils de diagnostic et de remédiation des troubles d'apprentissage de la lecture chez les lecteurs arabophones. Ils ont également des implications potentielles sur les méthodes d'enseignement de la lecture en langue arabe.

Abstract

The aim of this doctoral research was to study the visual-attention (VA) span abilities of Arabic-readers. Previous studies showed that VA span modulates letter string visual processing and plays an important role in expert reading, as modeled in the multitrace memory model (Ans, Carbonnel and Valdois, 1998). The VA span was previously described as a key component of reading acquisition; a reduction in VA span was found to characterize a subgroup of children with developmental dyslexia. Longitudinal and training studies suggest this relation may be causal. However, all previous studies on VA span have been limited to the European languages. Our purpose in this doctoral research was to assess the relevance of the VA span in a language of very different structure, the Arabic language. Two main questions were addressed. In Study 1, we explored potential modulations of VA span skills depending on the language characteristics; this study was conducted on expert readers. Study 2 was designed to investigate the role of VA span in reading acquisition in Arabic children. In Study 1, we compared the VA span performance of skilled readers from three different languages (French, Spanish and Arabic). We show that VA span abilities are reduced in Arabic as compared to French or Spanish. Differences in the size of VA span do not relate to language transparency but may depend on orthographic processing constraints (parallel processing of the word letter string for French and Spanish but privileged processing of the morphological root for Arabic). Study 2 was carried out on Arabic-speaking children, good and poor readers, from 4th and 5th grade. They were administered tests of reading, phonological awareness and VA span. Results show that VA span abilities contribute to explain performance in word and text reading whatever the script (vowelized or not) regardless of the child phonological abilities. As in European languages, a subgroup of poor readers shows an isolated VA span disorder. However, the proportion of children with a VA span disorder (isolated or not) is much higher than in previous studies on European languages. The current findings should allow designing new diagnostic tools and remediation programs for Arabic children with learning disorders. They also have potential implications for the teaching methods of reading in Arabic.

ABREVIATIONS

Générales

VA Visuo-Attentionnel

QI Quotient Intellectuel

DRC Dual route Cascaded Model

CDP +, CDP ++ Connectionist dual Process model

MTM Multi-Trace Memory model

IA Interactive Activation model

TLA Two Layer Assembly

ME Mémoire Episodique,

RAN Rapid Automatised Naming

CP Cours préparatoire (6-7 ans).

CE1 Cours élémentaire 1re année (7-8 ans).

CE2 Cours élémentaire 2e année (8-9 ans).

CM2 Cours moyen 2e année (10-11 ans).

DSM-V Diagnostic and Statistical Manuel of mental disorders,

CGL Corps genouillé latéral

IRMf Imagerie par Résonance Magnétique Fonctionnelle

SAS Sluggish Attentional Shifting,

VL Voyelle Longue

VC Voyelle Courte

Statistiques

ANOVA ANalysis Of VAriance (analyse de variance)

F Indice statistique suivant la loi de Fisher

Moy Moyenne

ET Ecart-Type

t Indice statistique suivant la loi de Student

r Indice de corrélation de la loi de Pearson

p Significativité statistique (probabilité d'erreur

TABLE DES MATIERES

Les titres	Page
Remerciements.	b
Dernière leçons.	c
Résumé.	d
Abstract.	e
Abréviations	f
Table des matières	1
Liste des figures	5
Liste des tableaux	7
INTRODUCTION GENERALE	8
PARTIE THEORIQUE	14
Chapitre I : Les modèles de lecture experte et d'apprentissage de la lecture	14
1. Généralités	16
1.1. Les systèmes orthographiques.....	16
1.2. Orthographe transparente et Orthographe opaque.....	17
1.3. La langue arabe.....	19
1.3.1. L'alphabet en langue arabe.....	19
1.3.2. La lecture en langue arabe.....	23
2. Les théories de la lecture	25
2.1. Les modèles de lecture experte.....	25
2.1.1. Les modèles double-voie.....	25
2.1.1.1. Le modèle DRC (Dual Route Cascaded model)	28
2.1.1.2. Les modèles CDP (Connexionniste à Double Procédure)	29
2.1.2. Le modèle en triangle	31
2.1.3. Le modèle connexionniste de mémoire multi-traces.....	33
2.1.4. Capacité des modèles à rendre compte de la langue arabe.....	36
2.1.4.1. Les limites des modèles classiques.....	36
2.1.4.2. Un cadre théorique pour rendre compte de la lecture en langue arabe.....	37
2.2. Les théories de l'apprentissage de la lecture.....	42
2.2.1. Modèles à étapes.....	42
2.2.2. Modèles en vagues.....	44
2.2.3. La théorie d'auto-apprentissage.....	45
2.2.3.1. Cadre théorique	46
2.2.3.2. Implémentation de l'auto-apprentissage.....	47
2.2.4. Théorie de l'automatisme	50
Chapitre II : Les mécanismes cognitifs impliqués dans l'apprentissage de la lecture	54
1. Rôle de la phonologie dans l'apprentissage de la lecture	55
1.1. Définition de la conscience phonologique et phonémique.....	55
1.2. Rôle de la conscience phonologique dans l'apprentissage de la lecture.....	56
1.3. Le développement des compétences phonologiques selon les langues.....	58
1.4. Autres dimensions phonologiques impliquées dans l'apprentissage de la lecture...	59
1.4.1. Accès au lexique phonologique.....	59
1.4.2. La mémoire phonologique.....	60

1.4.3. La mémoire de travail phonologique.....	62
2. Rôle de l’empan VA dans l’apprentissage de la lecture	63
2.1. Des épreuves pour mesurer l’empan VA.....	63
2.2. Rôle de l’empan VA dans le développement de la procédure globale de lecture.....	64
2.3. Rôle de l’empan VA dans le développement de la procédure analytique de lecture...	66
Chapitre III : les dyslexies développementales	68
1. Généralités	69
1.1. Définition du terme “Dyslexie”.....	69
1.2. Les premières hypothèses quant à l’origine du trouble.....	72
2. Les différentes théories explicatives des troubles dyslexiques	74
2.1. La théorie phonologique.....	74
1.1.1. Données à l’appui de la théorie phonologique.....	74
1.1.2. Modulation de l’hypothèse phonologique selon les langues.....	76
2.2. Les théories visuelles explicatives des dyslexies.....	77
2.2.1. La théorie magnocellulaire.....	78
2.2.2. Les troubles de l’encombrement perceptif.....	80
2.2.3. Les troubles de l’attention visuelle temporelle ou spatiale.....	81
2.3. Théorie de l’empan visuo-attentionnel.....	84
2.3.1. Trouble de l’empan VA en contexte dyslexique.....	85
2.3.2. Nature causale de la relation entre trouble de l’empan VA et trouble dyslexique.....	88
2.3.3. Les corrélats neurobiologiques de l’empan VA.....	89
2.3.4. L’empan VA dans différentes langues.....	91
PROBLEMATIQUE et HYPOTHESES	93
1. Problématique	93
2. Hypothèses générales	96
3. Méthodologie générale	96
3.1. Population.....	97
3.2. Les épreuves expérimentales.....	98
3.2.1. Les épreuves de report global et partiel pour les adultes arabophones.....	99
3.2.2. Les épreuves de report global et partiel pour les enfants arabophones.....	101
PARTIE EXPERIMENTALE	102
Chapitre IV : ETUDE 1 : Etude des capacités d’empan VA en Français, Espagnol et Arabe	104
1. Introduction	104
1.1. Quels facteurs sont susceptibles de moduler la taille de l’empan VA.....	107
1.1.1. L’effet de la transparence de la langue.....	107
1.1.2. L’effet des contraintes orthographiques.....	108
1.1.3. L’effet de la complexité des lettres.....	109
1.2. Effet du sens de lecture.....	110
1.2.1. Effet du sens de lecture sur l’empan perceptif.....	110
1.2.2. Effet du sens de lecture sur la position optimale du regard.....	111
2. Matériels et méthodes	113
2.1. Participants.....	113
2.2. Les tâches expérimentales.....	114
2.2.1. Les tâches d’empan VA.....	114
2.2.2. Seuil d’identification des lettres isolées.....	115
2.2.3. Test de lecture.....	115

3. Résultats	117
3.1. Comparaison inter-langues des capacités d'empan VA	117
3.2. Asymétrie des profils de réponse sur les épreuves d'empan VA	119
3.3. Relation entre l'empan VA et la performance en lecture	120
4. Discussion Étude 1	121
4.1. Les variations dans la taille de l'empan VA	122
4.2. Un effet du sens de lecture	124
4.3. La relation entre l'empan VA et la vitesse de lecture	125
Chapitre IV : ETUDE 2 : Rôle de l'empan VA dans le déterminisme des difficultés d'apprentissage de la lecture chez les enfants irakiens de fin de primaire.	128
1. Introduction	129
1.1. Le contexte de l'étude	129
1.2. Les capacités cognitives sous-jacentes à la lecture	130
1.3. L'empan VA en langue arabe	133
1.4. Prévalence des troubles de l'empan VA et phonologique	134
2. Méthodologie	136
2.1. La population expérimentale	136
2.2. Protocole de recherche	139
2.2.1. Les épreuves de lecture	139
2.2.1.1. Epreuve de lecture de texte	140
2.2.1.2. Epreuves de lecture de mots	141
2.2.1.2.1. Lecture des mots longs	142
2.2.1.2.2. Lecture des mots courts	142
2.2.1.2.3. Lecture des pseudo-mots	143
2.2.2. La compréhension de la lecture	144
2.2.3. Les épreuves phonologiques	146
2.2.3.1. La tâche de détection d'intrus de rime	146
2.2.3.2. La tâche de suppression phonémique	147
2.2.4. Les épreuves d'empan visuo-attentionnel	149
2.2.4.1. Les tâches de Report Global et Partiel	149
2.2.4.2. La tâche de seuil de lettres	151
2.2.5. Estimation du niveau intellectuel des enfants	152
3. Hypothèses et méthode d'analyse	153
4. Résultats	154
4.1. Comparaison des bons et faibles lecteurs	154
4.2. Etudes de corrélations	158
4.3. Analyse de régression et recherche de sous-groupes	159
4.4. Recherche de sous-groupes cognitivement homogènes	161
5. Discussion Étude 2	163
1. Rappel des objectifs et hypothèses	172
2. Modulation de la taille de l'empan VA selon la langue	175
3. Les patterns de réponse dans les épreuves de report global et partiel	177
4. Les liens entre performance d'empan VA et vitesse de lecture	178
5. Perspectives	179
Chapitre V Discussion générale	172
REFERENCES	172

ANNEXES

Annexe I Épreuve d'empan visuo attentionnel Version Français (Adultes) Tâche global.....	II.
Annexe II Épreuve d'empan visuo attentionnel Version Français (Adultes) Tâche partiel.....	IV.
Annexe III Épreuve d'empan visuo attentionnel Version arabe (Adultes) Tâche global.....	VII.
Annexe IV Épreuve d'empan visuo attentionnel Version arabe (Adultes) Tâche partiel.....	IX.
Annexe V Épreuve d'empan visuo attentionnel Version arabe (Enfants) Tâche global.....	XII.
Annexe VI Épreuve d'empan visuo attentionnel Version arabe (Enfants) Tâche partiel.....	XIV.
Annexe VII Épreuve de vitesse de lecture pour les arabophones (adultes).....	XVII.
Annexe VII bis Translation épreuve de vitesse de lecture pour les arabophones (adultes).	XIX.
Annexe VIII Épreuve de vitesse de lecture pour les arabophones (Enfants).....	XXI.
Annexe VIII bis Translation épreuve de vitesse de lecture pour les arabophones (Enfants).....	XXII.
Annexe IX Épreuve de lecture des mots longs pour les arabophones (Enfants).....	XXIII.
Annexe IX bis Translation épreuve de lecture des mots longs pour les arabophones (Enfants)....	XXV.
Annexe X Épreuve de lecture des mots courts pour les arabophones (Enfants).....	XXVII.
Annexe X bis Translation épreuve de lecture des mots courts pour les arabophones (Enfants)....	XXIX.
Annexe XI Épreuve de lecture des pseudo-mots pour les arabophones (Enfants).....	XXXI.
Annexe XI bis Translation épreuve de lecture des pseudo-mots pour les arabophones (Enfants)..	XXXIII.
Annexe XII Épreuve de compréhension en lecture pour les arabophones (Enfants).....	XXV.
Annexe XII bis Traduction d'épreuve de compréhension en lecture pour les arabophones (Enfants).....	XLIII.
Annexe XIII Épreuve de Conscience Phonologique Version arabe (Enfants) Tâche de détection d'intrus de rime.	XLV.
Annexe XIII bis Traduction d'Épreuve de Conscience Phonologique (Enfants) Tâche de détection d'intrus de rime	XLVII.
Annexe XIV Épreuve de Conscience Phonologique Version arabe (Enfants) Tâche de suppression syllabique.....	XLIX.
Annexe XIV bis Traduction d'Épreuve de Conscience Phonologique Version arabe (Enfants)Tâche de suppression syllabique.....	XXIII.
Annexe XV Le test des Matrices de Raven une famille de tests d'intelligence à choix multiples.	LI.
Annexe XVI Les résultats des analyses de corrélation réalisées indépendamment sur les populations de bons et faibles lecteurs.....	LIX.

LISTE DES FIGURES

N	Titres	Page
1	Les 18 lettres arabes avant les rajouts des points.....	19
2	Les 28 lettres arabes après rajout des points.....	20
3	L'approche traditionnelle de modèle Dual Route Cascade (RDC) a été implémenté sur ordinateur par Coltheart, Rastle, Perry, Langdon et Ziegler, 2001.....	26
4	Le double processus de connectionist (CDP +) modèle (Perry, Ziegler et Zorzi, 2010)...	30
5	Le modèle de Seidenberg, McClelland, 1989 Cadre général pour le traitement lexical. (Le modèle mis en œuvre est en caractères gras.).....	31
6	Le modèle multitrace (MTM) de lecture selon Ans, Carbonnel et Valdois (1998). Il représente les procédures visuo-attentionnelle [O1 = couche orthographique d'entrée, O2 = couche orthographique de sortie, EM = mémoire épisodique, P = couche phonologique de sortie, VAW = fenêtre visuo-attentionnelle].....	34
7	Le système proposé par Hansen 2014. Le système de reconnaissance de mots {Le modèle est inspiré par le modèle de reconnaissance de mots connexionniste originale par Seidenberg et McClelland (1989)}.....	38
8	Représentation schématique du modèle de décomposition morphologique obligatoire de Boudelaa (2014).....	40
9	Le modèle développemental de lecture de Frith (1985) représentant les trois étapes successives de l'apprentissage de la lecture. Des exemples ont été rajoutés (à droite) pour la langue arabe.....	42
10	Le modèle d'auto-apprentissage de la lecture de Ziegler et al., 2014. Ce modèle explicite comment l'orthographe des mots nouveaux est mémorisée à partir du décodage phonologique de la séquence présentée, ce qui permet de passer d'une lecture laborieuse basée sur les traitements phonologiques et la conversion graphème-phonème à un traitement automatique de nature orthographique.....	47
11	Le modèle théorique de LaBerge et Samuels, 1974, les représentation de certaines des nombreuses façons possibles d'un mot présenté visuellement peut être transformée en un sens. Les quatre grandes étapes de traitement présentées ici sont la mémoire visuelle (MV), de la mémoire phonologique (MP), la mémoire épisodique (ME), et la mémoire sémantique (MS). L'attention (A) est centrée sur la compréhension momentanément dans MS, impliquant l'organisation de la signification des codes de deux mots-groupes. Les lignes pointées correspondant aux opérations qui nécessitent l'attention.....	51
12	Les trois composantes de processeurs phonologiques.....	59
13	La théorie phonologique de la dyslexie. Un déficit phonologique spécifique de gauche péri-sylvien origine est supposée être la cause directe des problèmes de lecture. Les bulles représentent une déficience neurologique à l'(rouge), cognitif (vert) et comportementales (en bleu) les niveaux; flèches représentent les liens de causalité. (Ramus 2003).....	75
14	profils de réponse de Laurent et Nicolas en report global (gauche) et report partiel (droite) comparativement à des enfants de CE2 (3rd grade) et 5 ^{ème} (7th grade). Tiré de Valdois et al., 2003.....	86
15	Les procédures pour l'évaluation d'empan visuo attentionnel pour les deux tâches Report global et Report partiel(Essais à 5 lettres) pour lecteurs arabophones experts.....	100

16	Les procédures pour l'évaluation d'empan visuo attentionnel pour les deux tâches Rapport global et Rapport partiel (Essais à 4 lettres) pour les enfants arabophones.....	101
17	Figure 17 Les procédures pour l'évaluation d'empan visuo attentionnel pour les deux tâches Report global et Report partiel pour lecteurs arabophones experts.....	115
18	Représentation du nombre de lettres correctement identifiées selon la position dans les épreuves d'empan VA de report global (gauche) et partiel (droite) pour les participants arabes, français et espagnols. 0=point de fixation, L2 et L1 = positions gauches, R1 et R2 = positions droite.....	119
18	Représentation des corrélations entre les capacités d'empan VA et la vitesse de lecture en français, arabe et espagnol.....	121
19	Nombre d'enfants recrutés selon le niveau d'éducation du père (à gauche) et de la mère (à droite).....	138
20	Nombre les enfants faibles lecteurs selon les fratries.....	139
21	Exemples représente la tâche de compréhension de la lecture pour mesure la capacité de compréhension de la lecture chez les enfants. L'exemple comprend une section de texte avec traduction en français.....	145
22	Les procédures de Report global et de Report partiel évaluant les capacités d'empan VA des enfants.....	150
23	Représentation schématique de l'épreuve contrôle de seuil d'identification de lettres isolées.....	151
24	Le test des Matrices de Raven une famille de tests d'intelligence à choix multiples créée à l'origine par le docteur Raven en 2012 Version d'arabisation d'Hammadi, (2012).....	152
25	Profils de lecture des enfants bons et faibles lecteurs sur les épreuves de report global et report partiel.....	157
26	Le diagramme de distribution des nuages de points représentant les coefficients factoriels pour les deux variables l'empan VA (en abscisse) et phonologique (en ordonnée). Le bleu représente les participants bons lecteurs et le rouge représente les enfants ayant des difficultés de lecture.....	162

LISTE DES TABLEAUX

N	Titres des Tableaux	Page
1	Le codage des voyelles longues en arabe et semi-voyelles.....	21
2	Le codage des voyelles courtes en arabe.....	21
3	Le codage (sukūn) et (chadda).	21
4	Les six types de syllabe en langue arabe.....	22
5	Performance (moyenne et écart type) des participants arabes, français et espagnols dans le report global et partiel, la lecture du texte et l'identification d'une seule lettre.....	117
6	Descriptif du nombre d'élèves normo-lecteurs et Faibles lecteurs dans les 6 écoles qui ont participé à l'étude.....	136
7	Caractéristiques en âge et QI des deux groupes de bons et faibles lecteurs.....	138
8	Caractéristiques du texte utilisé pour évaluer la vitesse de lecture des élèves.....	140
9	Analyse des caractéristiques des mots longs et mots courts présents dans les trois livres utilisés au cours des trois premières années d'apprentissage de la lecture.....	141
10	Caractéristiques des 20 mots longs extraits des livres de lecture des trois premières années de l'école primaire.....	142
11	Caractéristiques des 20 mots courts extraits des livres de lecture des trois premières années de l'école primaire.	143
12	Caractéristiques des 20 pseudo-mots du test de lecture composés à partir des vrais mots des livres de lecture des trois premières années de l'école primaire.....	143
13	Caractéristiques des trois textes utilisés pour mesurer la compréhension de la lecture.....	144
14	Exemples de questions de test de conscience phonologique, ce qui représente la tâche de détection d'intrus de rime.....	146
15	Représente l'analyse du nombre de caractères dans le test de conscience phonologique, la tâche de détection d'intrus de rime.....	147
16	Exemples de questions de test de conscience phonologique, ce qui représente la tâche de suppression syllabique.....	148
17	Représente l'analyse du nombre de syllabes dans la liste de mots utilisés pour mesurer la conscience phonologique dans la tâche de suppression de syllabe. VL représente la voyelle longue, VC la voyelle courte et LC la consonne.....	148
18	Les performances des deux groupes de participants bons lecteurs et faibles lecteurs sur les épreuves.....	156
19	Corrélations partielles après contrôle du QI entre les épreuves de lecture, de conscience phonologique et d'empan VA pour la population globale (N=84).....	159
20	Résultats de l'analyse en composantes principales.....	159
21	Résultats des analyses de régressions hiérarchiques. Contribution (R^2) de chaque facteur (phonologique et empan VA) à la lecture de mots longs (MLCL/mn trans), la lecture de mots courts (MCCL/mn trans) et la lecture de pseudo-mots (PMCL/mn), la compréhension de la lecture de texte (Compréh.). La première étape correspond à l'entrée forcée des deux variables contrôles (IQ et identification de lettres Somme seuil). *** $p<.001$ ** $p<.01$ * $p<.05$	160

Introduction générale

La lecture ne pourrait pas exister sans langage oral si bien qu'un grand nombre d'opérations cognitives et de connaissances sont partagées par le langage oral et écrit. La nature de l'activité mentale qui sous-tend ***l'apprentissage du langage fait l'objet de grands débats chez les experts du langage de l'enfant***. Ils distinguent les processus de production et de réception à l'oral et à l'écrit. La lecture, par exemple, met en jeu l'oral ; on passe nécessairement de mots écrits à leur production orale (même en lecture silencieuse la verbalisation interne est sollicitée). Toutes ces relations et ces compétences, spécifiques à l'oral ou à l'écrit, sont le fruit d'un apprentissage.

Pour l'acquisition de la lecture, les enfants doivent apprendre le code utilisé par leur culture pour représenter la parole par une série de symboles visuels. Ils ne découvrent pas la lecture et les relations entre écrit et oral sans apprentissage explicite. Tous les apprentissages se traduisent par une trace en mémoire utilisée en cas de besoin. Le processus d'apprentissage des mots écrits consiste à former des liens entre les graphèmes et les phonèmes pour relier les connaissances sur l'orthographe des mots à leur prononciation et signification dans la mémoire. Plus généralement, la relation entre le symbole écrit et le son est systématique, alors que la relation entre le symbole et la signification est arbitraire. Cette connaissance est prédictive du niveau ultérieur de lecture. Selon Frith (1985), il y aurait trois grandes étapes dans l'installation de la capacité des lecteurs à reconnaître les mots écrits : les stades logographique, alphabétique, orthographique.

Quand les enfants apprennent à lire, ils possèdent déjà des compétences en langage oral (vocabulaire, sens des mots, connaissances syntaxiques, compréhension, etc.) qui vont être réutilisées pour traiter le langage écrit. Ils ont besoin d'être stimulés par l'environnement linguistique pour développer la langue et la structure de la langue comme le fondement de la compréhension en lecture. Au travers d'activités, tous les enfants vont tendre vers une compréhension de ce qu'ils lisent, un plaisir du texte, une motivation à lire de manière indépendante, et à devenir de «bons» lecteurs.

Le développement du langage est plus impressionnant quand on considère la nature de ce qui est appris. Outre se souvenir de ce qui a été entendu et le répéter plus tard, la communication verbale nécessite une productivité, c'est-à-dire la capacité de créer un nombre infini d'énonciations jamais entendues. Cela requiert que certains aspects de la connaissance du langage concernant la

formation et la combinaison des mots soient abstraits. Ces abstractions ne pouvant jamais être vécues directement doivent provenir de l'activité mentale propre à l'enfant lorsqu'il entend un énoncé (Johnston, 2005).

Le degré de transparence d'une langue (ou profondeur orthographique) réfère au degré de régularité des associations entre les lettres et les sons. Des langues comme le grec et l'espagnol, aux associations régulières quasi univoques entre les lettres et les sons, se caractérisent par une orthographe transparente. Les langues comme l'anglais et le danois, aux liens complexes entre lettres et sons, sont caractérisées par une orthographe profonde. Beaucoup de recherches ont montré que la transparence orthographique affecte les processus utilisés pour reconnaître et nommer les mots écrits tant chez les lecteurs qualifiés que chez les apprentis lecteurs (Ziegler et Goswami, 2005).

La recherche a montré que l'apprentissage de la lecture se produit à un rythme plus rapide chez les enfants qui apprennent à lire dans une orthographe transparente par rapport à ceux qui apprennent à lire dans une orthographe profonde. Une orthographe transparente caractérisée par un ensemble cohérent de correspondances simples entre lettres et sons, favoriserait le développement rapide des capacités de décodage (Seymour et al., 2003).

De plus, les théories du décodage de la parole supposent généralement l'existence de représentations lexicales abstraites, mais décrivent aussi des représentations phonologiques pré-lexicales. Les études basées sur la conscience phonologique l'ont étudiée en détail dans les langues alphabétiques (e.g., Adams, 1990 ; Goswami and Bryant, 1990 ; Levin, Ravid, et Rapaport, 1999; Share et al., 1984 ; Share, 1995 ; Ehri et al., 2001), et dans des familles de langues différentes comme les langues sémitiques. (e.g., Abu-Rabia, 2001; Eviatar and Ibrahim, 2000; Ibrahim et al., 2007; Saiegh-Haddad et al., 2011; Saiegh-Haddad et Geva, 2008; Saiegh-Haddad, 2003, 2004, 2005, 2007).

Les recherches les plus récentes ont indiqué que la connaissance visuelle des mots est basée sur le processus qui consiste à établir une correspondance entre la forme physique d'un mot et sa représentation mentale stockée en mémoire. Cette capacité à identifier les mots écrits repose sur deux types de procédures : une procédure analytique, qui met essentiellement en jeu des capacités de décodage grapho-phonémique, et une procédure lexicale, qui repose essentiellement

sur l'activation en mémoire de la forme orthographique des mots déjà rencontrés. Mais peu de recherches ont porté sur des familles de langues différentes comme les langues sémitiques.

Le processus d'apprentissage de la lecture est accompagné de difficultés pour certains enfants. Le plus souvent ces difficultés sont des difficultés ordinaires liées à la nature des programmes ou à l'environnement d'apprentissage, surmontables dès lors que ces éléments changent.

La prévalence des problèmes de lecture et l'existence de troubles spécifiques ont suscité de nombreuses recherches dans le but d'identifier les mécanismes impliqués dans les troubles de l'apprentissage de la lecture. Leur identification aurait des répercussions importantes pour l'instruction de la lecture. Ces recherches et l'identification des opérations cognitives impliquées ont conduit à développer des modèles qui rendent compte tant de la lecture normale que des troubles d'apprentissages (e.g., Adams, 1990; Bosse, Tainturier et Valdois, 2007; Ehri, 1984; Fawcett et Nicolson, 1995; Fawcett, Nicolson, et Dean, 1996; Lindgren, De Renzi, et Richman, 1985; Morton 1969; Ramus, 2002, 2003b; Rumelhart, 1977; Stanovich, 1986; Valdois et al., 2009). Malgré cette diversité, il y a eu étonnamment peu de recherches visant à évaluer directement les séquences de développement de la lecture en langue arabe.

Quelques enfants présentent des difficultés d'apprentissage de la lecture sévères. Ces difficultés **spécifiques et durables**, qui se manifestent chez l'enfant au moment de l'apprentissage de la lecture, définissent les dyslexies développementales. Elles ne peuvent être attribuées ni à un retard intellectuel, ni à un handicap physique, ni à des conditions adverses de l'environnement. Elles sont inattendues, compte-tenu des autres aspects du développement ; elles apparaissent très tôt dans la vie, interfèrent avec le développement normal et persistent souvent jusqu'à l'âge adulte (Rapport Inserm, 2007).

Plusieurs études indiquent que la caractéristique principale de la dyslexie est la difficulté que rencontre l'enfant en lecture et en écriture pourtant il ne suffit pas **d'être en difficulté en lecture pour être dyslexique**. Beaucoup d'enfants ont un retard en lecture sans présenter de dyslexie. Si on change leur environnement et si on leur enseigne les bases de la lecture, ils se mettent à progresser normalement. Donc ils étaient en retard parce que l'environnement n'était pas favorable mais n'avaient pas de déficit (ce qui caractérise la dyslexie). Il y a des enfants dyslexiques dans des milieux très favorisés alors que l'enfant a bénéficié d'un environnement favorable et des aides appropriées. Dans les grandes régions qui sont pauvres avec un faible

niveau d'éducation, si le niveau d'éducation est faible alors les difficultés observées en lecture sont directement la conséquence de ce faible niveau d'éducation. La dyslexie, c'est quand on n'arrive pas à apprendre à lire alors qu'on va à l'école et qu'on a un enseignement structuré de la lecture en classe.

Une multiplicité de théories explicatives ont été proposées pour rendre compte des dyslexies développementales. Elles font des hypothèses sur les déficits cognitifs responsables de ces troubles et permettent une compréhension plus en profondeur de ***l'apprentissage de la lecture et des difficultés liées à cet apprentissage.***

Certains auteurs pensent qu'un déficit phonologique pourrait être à l'origine du trouble de lecture, il semblerait que les troubles phonologiques ne pourraient être constatés que chez une partie seulement des sujets dyslexiques. D'autres pensent qu'un déficit de l'empan visuo-attentionnel serait responsable des troubles de lecture. Le déficit primaire de certaines dyslexies pourrait donc être d'ordre visuo-attentionnel.

Plusieurs travaux ont consisté à proposer différents modèles afin d'expliquer ces troubles pendant le processus d'apprentissage de la lecture. Certains modèles postulent l'existence de deux voies de lecture correspondant à deux procédures. La voie indirecte (McClelland et Rumelhart, 1981) ou voie sublexicale (Coltheart et al., 2001; Perry et al., 2007) des modèles double voie et la procédure analytique plus généralement (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998) reposent sur une médiation phonologique. La procédure globale correspondant au traitement de la voie directe (McClelland et Rumelhart, 1981) ou voie lexicale (Coltheart et al., 2001; Perry et al., 2007) des modèles double voie permet une reconnaissance rapide et en parallèle de l'ensemble des lettres qui composent les mots. Ce traitement orthographique exige à la fois l'analyse de l'identité des lettres et de leur position. Bien entendu les mots sont reconnus directement à partir de leur forme visuelle.

En conséquence, de l'analyse théorique nous pouvons conclure que l'acquisition normale de la lecture et de l'orthographe dépendrait à la fois des capacités métaphonologiques et des traitements visuo-attentionnels. Cependant, malgré les avancées de la recherche, les applications et considérations scientifiques sont encore limitées en ce qui concerne les lecteurs arabophones.

L'objectif principal de notre recherche porte sur le rôle de **l'empan visuo- attentionnel** dans le processus de lecture chez le lecteur arabophone *expert* (Etude I) *et dans l'apprentissage de la lecture* (Etude II). La notion d'empan visuo-attentionnel (VA) se réfère au modèle de lecture multi-traces élaboré par Ans, Carbonnel et Valdois (1998). La recherche que nous avons menée vise notamment à mieux comprendre **les troubles** de l'apprentissage de la lecture chez les enfants arabophones. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux capacités **d'empan visuo-attentionnel** chez les lecteurs arabophones et au rôle potentiel d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel dans les troubles de l'apprentissage de la lecture en langue arabe comparativement à l'impact de **la théorie phonologique** (Etude II).

L'empan visuo-attentionnel correspond à la répartition simultanée de l'attention sur un ensemble d'éléments visuels distincts. Il a été montré qu'un certain nombre d'enfants dyslexiques présentent une réduction de l'empan VA (Bosse et al., 2007). Lors de la lecture, seule une faible quantité d'informations orthographiques est alors traitée en parallèle. L'empan VA joue ainsi un rôle central dans le développement de la lecture et l'acquisition de l'orthographe (Valdois, 2009). Cependant les études menées jusqu'ici se sont limitées à explorer l'impact de ce facteur dans l'apprentissage des langues alphabétiques. Notre étude s'interroge pour la première fois sur son rôle dans l'apprentissage de la lecture et son impact dans les troubles de l'apprentissage de la lecture en langue arabe.

Nous voudrions avant tout défendre l'idée selon laquelle les premières étapes du processus de reconnaissance de mot écrit impliquent un empan VA suffisamment large pour permettre le traitement parallèle de plusieurs lettres simultanément. L'empan pourrait varier selon les caractéristiques des langues. D'autre part, cette thèse vise à apporter des arguments en faveur de l'existence de troubles visuels chez les enfants dyslexiques, en précisant certaines hétérogénéités de leurs difficultés au niveau du traitement visuel, tout en tenant compte de disparités possibles dans ces anomalies selon le type de dyslexie.

Ce manuscrit se compose de deux parties principales, la revue de littérature et l'exposé des recherches expérimentales, qui se déroulent en cinq chapitres : Les trois premiers chapitres couvrent la partie théorique et les deux suivants présentent les deux études que nous avons menées. La discussion générale constitue le sixième et dernier chapitre du manuscrit.

Concernant la partie théorique, elle se compose:

- ***Le chapitre 1*** débute par une présentation des particularités de la langue arabe et présente une revue de la littérature sur les théories explicatives des processus de lecture experte et d'apprentissage de la lecture. Cette revue repose essentiellement sur les données issues des langues européennes et montre les limites de ces études à rendre compte de la langue arabe.
- ***Le chapitre 2*** porte plus spécifiquement sur les mécanismes cognitifs impliqués dans l'apprentissage de la lecture. Il aborde le rôle très largement documenté des processus phonologiques dans cet apprentissage et résume les données plus récentes à l'appui du concept d'empan visuo-attentionnel, cadre dans lequel s'inscrit plus spécifiquement notre travail.

Le chapitre 3 porte sur les dyslexies développementales et présente les différentes théories explicatives des troubles de l'apprentissage de la lecture. L'accent est notamment mis sur les hypothèses visuelles et l'hypothèse qu'un trouble de l'empan VA serait à l'origine de certaines formes de dyslexies développementales. Cette dernière hypothèse sera directement exploitée dans l'étude 2.

La partie expérimentale se compose de deux études :

- ***Le chapitre 4*** présente le rationnel, la méthodologie, les hypothèses et les résultats de l'Etude 1 ainsi qu'une discussion succincte des résultats. L'Etude 1 porte sur l'étude des capacités d'empan VA de lecteurs arabophones experts dont les performances sont comparées à celles de lecteurs experts du français et de l'espagnol.
- ***Le chapitre 5*** présente l'Etude 2 qui porte sur le rôle de l'empan VA dans l'apprentissage de la lecture et compare les performances de sujets arabophones bons et faibles lecteurs. Comme précédemment, le rationnel de cette étude, la méthodologie adoptée, les hypothèses et les résultats sont présentés et discutés.
- ***Le chapitre 6*** présente une discussion générale de l'ensemble des résultats de la thèse.

La partie Théorique

CHAPITRE I

Chapitre I

1 – GENERALITES

1.1. Les systèmes orthographiques

Les systèmes d'écriture utilisent une série de signes pour refléter les unités spécifiques de la langue de manière systématique. Le but est à la fois la communication d'un message et son décodage par quiconque connaît la langue en question et ses règles d'écriture.

Dans les langues alphabétiques, un nombre limité de lettres permet de transcrire les mots parlés de la langue. Le nombre de lettres utilisé peut varier d'une langue à l'autre (e.g., 26 dans les langues européennes, 28 en arabe) et notamment le lien qu'entretiennent les lettres et groupes de lettres avec les sons qui leur correspondent. La complexité visuelle du répertoire de lettres utilisées est un élément potentiellement important pour la reconnaissance du mot écrit. L'enfant va devoir apprendre à discriminer, reconnaître et identifier les lettres qui composent les mots de sa langue lorsqu'elles sont présentées de façon isolée. Leur reconnaissance, lorsqu'elles se présentent dans la séquence du mot, représente une difficulté supplémentaire et met en jeu des mécanismes spécifiques de reconnaissance visuelle qui composent la première étape de traitement pour la reconnaissance du mot.

De plus, les langues utilisent des systèmes d'écriture différents (De Francis, 1989) qui reflètent la nature, les caractéristiques et la structure linguistique (phonologique et morphologique) de chaque langue (Perfetti, Lui et Tan, 2002). Par exemple, dans la langue française, les lettres sont en nombre fini et fixe, quelle que soit leur position dans la séquence du mot, et un seul graphème peut représenter plusieurs phonèmes : le C dans le mot cadeau est prononcé K mais dans le mot facile, il est prononcé S. A l'inverse, d'autres langues adoptent des systèmes de relation graphème-phonème plus réguliers. Au contraire, dans la langue arabe, les représentations et la forme des lettres (ب ث ت) sont variables selon leur position dans le mot (initiale, médiane et finale). Par contre, les relations entre lettres et sons sont relativement systématiques. La complexité des relations entre graphèmes et phonèmes définit le degré de transparence des langues. Les langues transparentes sont définies par des relations relativement systématiques et régulières alors qu'à l'autre extrême les langues opaques sont caractérisées par des systèmes de relation complexes.

Chaque système linguistique possède des caractéristiques différenciées en complexité et en transparence, tant sur le niveau de la forme des lettres que de la composition linguistique des mots. L'orthographe reflète les principes généraux du système d'écriture. La conception du système d'écriture et l'orthographe spécifique incarnent le système d'écriture et ses traits distinctifs (Perfetti, 1997). L'orthographe est une compétence multiforme qui intègre plusieurs dimensions (structurelles et grammaticales) et reflète à la fois les connaissances phonologiques et morphologiques, les connaissances sémantiques et orthographiques incluant les aspects graphotactiques (connaissance relative aux séquences littérales permises ou non dans la langue) et les particularités relevant de l'étymologie (Moats, 1984).

Les différentes langues peuvent accorder un poids différent à ces différentes dimensions. Dans certaines langues, comme l'arabe, les racines morphologiques sont particulièrement importantes alors que d'autres langues reposent plus spécifiquement sur les liens grapho-phonologiques. La relation phonologie/morphologie semble très discutée notamment en linguistique et, même en psycholinguistique et neuropsychologie, la question de la morphologie est de plus en plus prise en compte même dans les langues européennes comme le français ou l'anglais. La morphologie joue un rôle particulièrement important dans les langues à morphologie non concaténative comme l'arabe.

1.2. Orthographe transparente et Orthographe opaque

La notion de transparence réfère à la relation entre unités orthographiques et unités phonologiques ; elle fait le plus souvent référence à la correspondance graphème-phonème (Share, 2008 ; Zielger et Goswami, 2005).

Dans une orthographe transparente, les correspondances graphème-phonème sont beaucoup plus consistantes que dans une langue opaque. Dans les langues alphabétiques, on peut établir le degré de transparence de chaque langue selon son degré d'écart par rapport à une correspondance systématique et univoque entre lettres et phonèmes. Cela dépend du degré de prédiction de la prononciation du mot en fonction de son orthographe (Liberman, Fitch, Halwes et Erickson, 1980). Dans une orthographe totalement transparente, chaque lettre ou groupe de lettres formant un graphème correspond à un seul et unique phonème et, vice versa, chaque phonème ne peut se transcrire que d'une seule façon.

La transparence des correspondances graphème-phonème a été utilisée pour classer les orthographe alphabétiques (Lieberman et al., 1980). Les orthographe transparentes, comme le serbo-croate, ont des correspondances graphème-phonème relativement cohérentes et univoques. Les orthographe opaques, comme l'anglais, entretiennent des liens complexes entre unités orthographiques et phonologiques notamment au niveau des correspondances graphème-phonème. Les langues alphabétiques varient quant à leur degré de transparence. Le serbo-croate et l'anglais définissent deux extrêmes au sein du continuum allant des langues les plus transparentes aux plus opaques.

Dans un article publié en 2003, Seymour, Aro et Erskine ont comparé le degré de transparence ou « profondeur orthographique » en anglais et dans 12 autres langues européennes. Selon leur classification, le finlandais, l'espagnol, l'italien et plusieurs autres langues (grec, norvégien, allemand, islandais) se situent du côté des langues les plus transparentes du continuum alors que le français et l'anglais se situent parmi les langues les plus opaques. D'autres auteurs soutiennent que les langues opaques privilégient les unités de plus grande taille (rime ou syllabe) par rapport aux langues transparentes. Les relations basées sur les unités plus petites (graphème-phonème) sont particulièrement inconsistantes dans ces langues mais l'inconsistance diminue quand la taille des unités augmente, si bien que les unités les plus larges seraient plus pertinentes dans les langues opaques pour établir des relations stables entre orthographe et phonologie. C'est ce que défend la « Grain Size Theory » (Ziegler et Goswami, 2005).

Le niveau de transparence des langues, mesuré sur un continuum «transparent-opaque», détermine la facilité avec laquelle les enfants apprennent à lire. Dans les langues transparentes, telles que l'espagnol et le finlandais, l'apprentissage des correspondances graphème-phonème est une méthode efficace pour apprendre à lire en raison de la régularité de la langue (Ziegler, Perry, Jacobs et Braun, 2001). La lecture est acquise beaucoup plus rapidement dans ces langues que dans une langue très opaque comme l'anglais (Seymour, Aro et Erskine, 2003). Dans les langues opaques, telles que l'anglais, les relations graphème-phonème ne sont pas aussi efficaces, la lecture repose sur le traitement d'unités plus larges et accorde davantage d'importance aux dimensions orthographiques (Goswami et Ziegler, 2005). Le degré de transparence orthographique pourrait ainsi influencer sur l'efficacité des traitements : les orthographe transparentes activent des informations plus phonologiques, alors que les orthographe opaques activent des informations essentiellement orthographiques (Katz et Frost, 1992).

Dans toutes les études citées jusqu'ici, les classifications ne concernent que les langues alphabétiques et n'incluent pas les langues sémitiques comme l'arabe qui répondent à des principes d'organisation fondamentalement différents.

1.3. La langue arabe

1.3.1. L'alphabet de la langue arabe

Les révisions historiques de l'histoire de la langue arabe indiquent que l'arabe constitue le rameau méridional des langues sémitiques rassemblant l'akkadien (ou assyro babylonien), l'amorite, l'ougaritique, le cananéen (l'hébreu, phénico-punique, moabite) et les idiomes araméens. Une hypothèse donne pour berceau à ce rameau sémitique méridional la péninsule arabique d'où serait parti le processus de sémitisation de l'Éthiopie, jusqu'alors domaine des langues couchitiques (Cohen, 1990). Les premiers spécimens de la langue arabe sont des inscriptions dites lihyânites et thamoudéennes datant du II^e siècle de notre ère. Trois inscriptions du VI^e siècle, dont deux -celle de Zebed (près d'Alep) et celle de Harrân (dans le Hauran)- sont les documents les plus anciens en écriture arabe (Blachère et Gaudet, 1973). De plus historiquement, il semble que l'alphabet arabe soit passé par des périodes de croissance depuis sa création. L'histoire des lettres arabes remonte à l'époque avant le 7^{ème} siècle où l'alphabet arabe ne dépassait pas 18 lettres (voir Figure. 1). La lecture, dans ce cas, dépendait du contexte pour la prononciation des phrases (Kheir Bek, 1992).

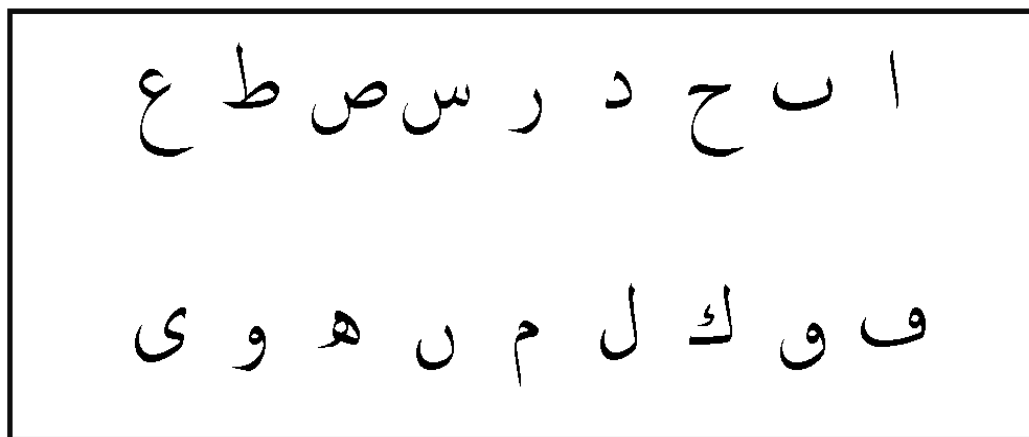


Figure 1. Les 18 lettres arabes avant les rajouts des points.

Les formes des lettres ont plus tard été adaptées par l'expert linguistique arabe Abu Al swad Al-d'alī. Le nombre de lettres a été augmenté et les modifications ont porté sur la forme des lettres (idéogramme). Ces modifications ont essentiellement consisté en l'ajout de points dont le nombre (un, deux ou trois points) et la position (au-dessous ou au-dessus de la lettre initiale) pouvaient varier et permettaient de distinguer des lettres correspondant à des sons différents. Ces modifications visant à faciliter la reconnaissance vocale des lettres ont abouti à un alphabet de 28 lettres (Voir Figure 2, tirée de Al Dani, 1997). Cet alphabet est encore utilisé aujourd'hui.

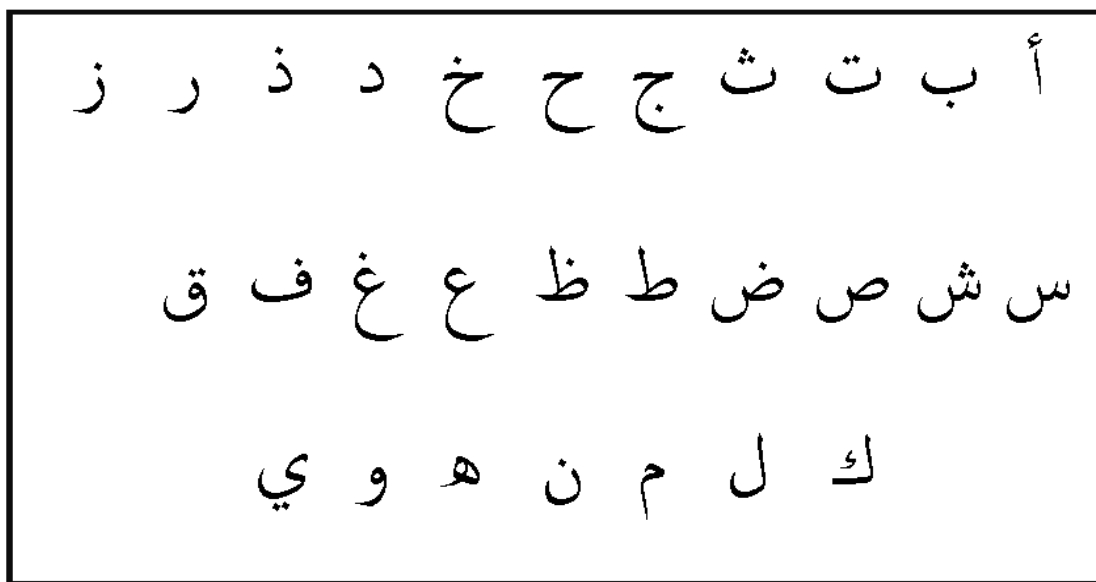


Figure 2. Les 28 lettres arabes après rajout des points.

En arabe, l'écriture d'imprimerie est identique à l'écriture manuscrite. L'alphabet arabe est composé de 28 lettres. La plupart des lettres changent de forme selon qu'elles sont isolées, vs au début, au milieu ou à la fin des mots, par exemple la lettre (ج) (ج , ➔ , ➔ , ج). Six lettres (ا , و , ز , ر , ذ , د) ne peuvent pas changer. Certaines lettres ne se marquent dans l'orthographe que par des points diacritiques infra ou supra-linéaires. Trois des lettres de l'alphabet arabe représentent les trois voyelles longues / a: / , / u: / et / i: / , (voir Tableau 1) tandis que les voyelles courtes / a / , / u / et / i / (voir Tableau 2) sont représentées par un système facultatif de signes diacritiques en exposant (Abu-Rabia, 1998; Ammar, 1997).

Tableau 1. Le codage des voyelles longues en arabe et semi-voyelles.

Voyelles longues	son	Nom	forme écrite
/a:/	ā	'alif (ا)	ا
/u:/	ū / uw (و)	Wāw	و
/i:/	ī / iy (ي)	yā'	ي

Tableau 2. Le codage des voyelles courtes en arabe.

Voyelles courtes	son	Nom	forme écrite
/a/	a	fathā	َ ّ
/u/	u	ḍamma	ُ ّ
/i/	i	kasra	ِ ّ

- le tanwin montre que la voyelle finale d'un mot est affectée du son: (, ,) /an/ ; /in/ ; /un/.
- le /suku:n/ indique l'absence de voyelle brève (voir tableau 3).
- la « chadda » indique le redoublement ou la gémiation de la consonne (voir Tableau 3).

Tableau 3. Le codage (sukūn) et (chadda).

Voyelles courtes	Son	Nom	Forme écrite
Ø	-----	sukūn	◌ْ
L'intensité fait référence au signe de doublement de la consonne.		chadda	◌ّ

Lorsque ces signes diacritiques sont présents pour des nécessités didactiques, l'orthographe arabe offre des relations transparentes entre graphème et phonème (Ammar, 1997). Cependant, l'écriture standard ne note que le squelette du mot formé par les consonnes et les voyelles longues /a:/, /u:/ et /i:/. Il est important de souligner qu'en arabe, seules les consonnes s'écrivent obligatoirement, l'adjonction des voyelles étant facultative.

Le mot arabe écrit est donc composé de lettres représentant les consonnes et de signes diacritiques représentant les voyelles. Ces signes peuvent être présents (écriture vocalisée) ou absents (écriture non vocalisée). Les enfants commencent l'apprentissage de la lecture dans des manuels scolaires où l'écriture est vocalisée (les voyelles sont représentées).

La langue arabe comprend six types de syllabes (voir tableau 3). Les trois premières sont les plus largement utilisées. Les syllabes sont composées des consonnes (C) (ص) et des diacritiques (D) (ح). Les six agencements possibles sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 Les six types de syllabe en langue arabe.

ص ح ص	3	ص ح:	2	ص ح	1
C D C		C D D		C D	
ص ح: ص ص	6	ص ح ص ص	5	ص ح: ص	4
C D D C C C		C D C C		C D D C	

C= consonne; D = diacritique

En langue arabe, le mot a une structure bidimensionnelle. À partir de la racine consonantique, l'arabe construit par dérivation, au moyen des affixes et surtout de la flexion interne, l'ensemble de son vocabulaire (Ammar, 1997). D'après Fleisch (1968), la flexion interne ou l'alternance vocalique jouent un rôle capital dans le système de dérivation (Ammar, 2002). L'arabe est une langue à morphologie non concaténative.

Une autre particularité de l'arabe est le manque de correspondances entre les mots écrits et les mots parlés. Dans le monde arabophone, il y a une grande distance entre l'arabe moderne standard (ASM) écrit qui est le même dans tous les pays et les nombreuses variétés de « dialectes » qui sont parlés dans différentes parties du monde arabe. L'arabe parlé en Irak par exemple diffère de l'arabe parlé en Syrie, en Égypte, au Maroc et dans d'autres pays. En général,

l'ASM est l'arabe écrit, la langue des journaux, des correspondances officielles et aussi le langage des textes religieux. Par conséquent, s'ils ne sont pas analphabètes, les arabes de tous les coins du monde peuvent lire, écrire et communiquer entre eux avec l'ASM. Cependant, ils peuvent avoir des difficultés à comprendre l'autre si chacun parle dans son propre dialecte (Abu-Rabia, 2000 ; Ayari, 1996 ; Ibrahim, 1983).

Nous retiendrons globalement que l'arabe se distingue du français et des langues européennes en général par un alphabet qui bien qu'équivalent en nombre de lettres à l'alphabet latin est beaucoup plus complexe visuellement du fait de la grande similarité visuelle entre lettres qui peuvent ne se distinguer que minimalement par le nombre et la position des points qui accompagnent la forme de base. Par ailleurs, une lettre correspond en général à un son quand l'écriture est voyellée, l'arabe est alors plus transparent que le français, en tout cas pour les apprentis lecteurs. Enfin, l'arabe se distingue également de la plupart des langues européennes par son sens de lecture.

1.3.2. La lecture en langue arabe

A l'inverse de l'anglais et du français, l'arabe s'écrit et se lit de droite à gauche. Les lettres se lient entre elles comme dans l'écriture cursive de l'alphabet latin, mais il n'y a pas de majuscules que ce soit dans les mots ou les débuts de phrases. L'arabe présente des défis : il peut être plus ou moins transparent en fonction des signes diacritiques utilisés. L'arabe est plus transparent lorsqu'il est voyellé (avec signes diacritiques) (par exemple, كَتَبَ) (kataba) (ka:tba:), et moins transparent lorsque non voyellé, sans signes diacritiques (par exemple, كتب et aussi "a été écrit" et "écris" impératif) (Eviatar et Ibrahim, et Ganayim, 2004). L'arabe est connu pour sa richesse et sa complexité morphologique (Azmi, 1988; Beesley, 1998; Ibrahim, Eviatar et Aharon-Peretz, 2002; McCarthy, 1985).

Des études ont montré que le degré de transparence de la langue en arabe est très élevé lorsque les mots sont écrits avec les diacritiques. Les diacritiques sont utilisés avec les enfants dans les premières étapes de l'apprentissage de la lecture, alors que la composition de texte libre (sans diacritique) est proposée aux enfants dans les stades plus avancés d'apprentissage, rendant les relations lettres/sons moins transparentes (Abu-Rabia, Share et Mansour, 2003; Elbeheri et Everatt, 2007).

Les textes avec diacritiques aident les enfants dans les étapes initiales de la lecture. Au contraire, lorsqu'il n'y a pas de diacritiques, les textes contiennent beaucoup de mots semblables dans la forme mais de sens différents. Le lecteur doit alors se baser sur le contexte pour identifier les mots correctement. Par conséquent, la relation entre lettres et sons est moins importante avec les textes sans diacritiques. L'utilisation de différents textes varie selon la classe. Dans la troisième année du primaire lorsque le lecteur arrive en pleine capacité de lire, les textes complets avec les diacritiques ouvriraient la voie à la maîtrise de la lecture des textes sans diacritiques.

Les enfants peuvent apprendre à lire l'arabe à l'âge de six ans de manière plus performante si l'acquisition du langage verbal a été bien gérée au sein de la famille. L'apprentissage de la lecture, de la langue écrite, nécessite un traitement conscient et délibéré par l'enfant des éléments du langage, contrairement à l'oral qui, lui, est acquis spontanément.

L'apprentissage de la langue écrite en arabe n'est pas intrinsèquement actif, mais à travers les cours de lecture donnés pendant plusieurs mois, l'élève peut acquérir de bonnes compétences en lecture en moins d'une année d'apprentissage. Dans le même temps, ce processus (la lecture en arabe) est un processus mental complexe. Il exige du lecteur débutant un grand effort cognitif car il met en jeu différents mécanismes de traitement cognitif de la langue écrite qui correspondent en partie à ceux décrits dans les études portant sur la lecture dans d'autres langues comme l'anglais et le français (Mohamed, 2010).

2. Les théories de la lecture

2.1 –Modèles expert de lecture

Trois théories prééminentes des processus de lecture ont été instanciées :

- les modèles double voie dont plusieurs versions ont été implémentées : le modèle DRC (*Dual route Cascaded Model* ; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, et Ziegler, 2001) qui est la première version implémentée du modèle double voie et les modèles CDP + (*New Connectionist dual Process model* ; Perry, Ziegler, et Zorzi, 2007) et CDP++ (Perry, Ziegler et Zorzi, 2014) qui sont deux versions récentes du modèle double voie et permettent de simuler la lecture d'items mono et poly-syllabiques respectivement.
- le modèle en Triangle (Harm et Seidenberg, 1999 ; Plaut, McClelland, Seidenberg et Patterson, 1996; Seidenberg et McClelland, 1989) qui a représenté initialement une coupure théorique forte par rapport au cadre double voie.
- Le modèle multi-traces de mémoire (MTM) qui est un modèle connexionniste hybride original qui notamment pour la première fois montre l'importance des traitements visuo-attentionnels en lecture (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998).

2.1.1. Les modèles double-voie

Les premiers modèles double-voie ont été proposés dans les années 1970 (Marshall et Newcombe, 1973). Il s'agissait alors de modèles de type boîtes et flèches non implémentés. Le modèle double voie a été popularisé par Coltheart (1978, 1985) comme cadre théorique d'excellence du système cognitif de lecture. Ces modèles sont extrêmement populaires tant dans le domaine de la recherche que de la clinique. Ils postulent l'existence de deux voies de lecture : une voie lexicale qui permet de lire rapidement les mots que l'on a déjà rencontrés et mémorisés et une voie sous-lexicale qui est indispensable à la lecture des pseudo-mots. En fait, ces modèles postulent l'existence d'une troisième voie, sémantique, dont les propriétés et effets sont plus rarement exploités.

Les modèles double voie doivent leur nom au postulat de deux voies de traitement des mots, les voies lexicale et sous-lexicale. Ces deux voies sont une constante de toutes les versions des modèles double-voie qui ont été proposées à partir des années 80 jusqu'à aujourd'hui. Un exemple de l'architecture classique initialement proposée est présenté dans la figure 3.

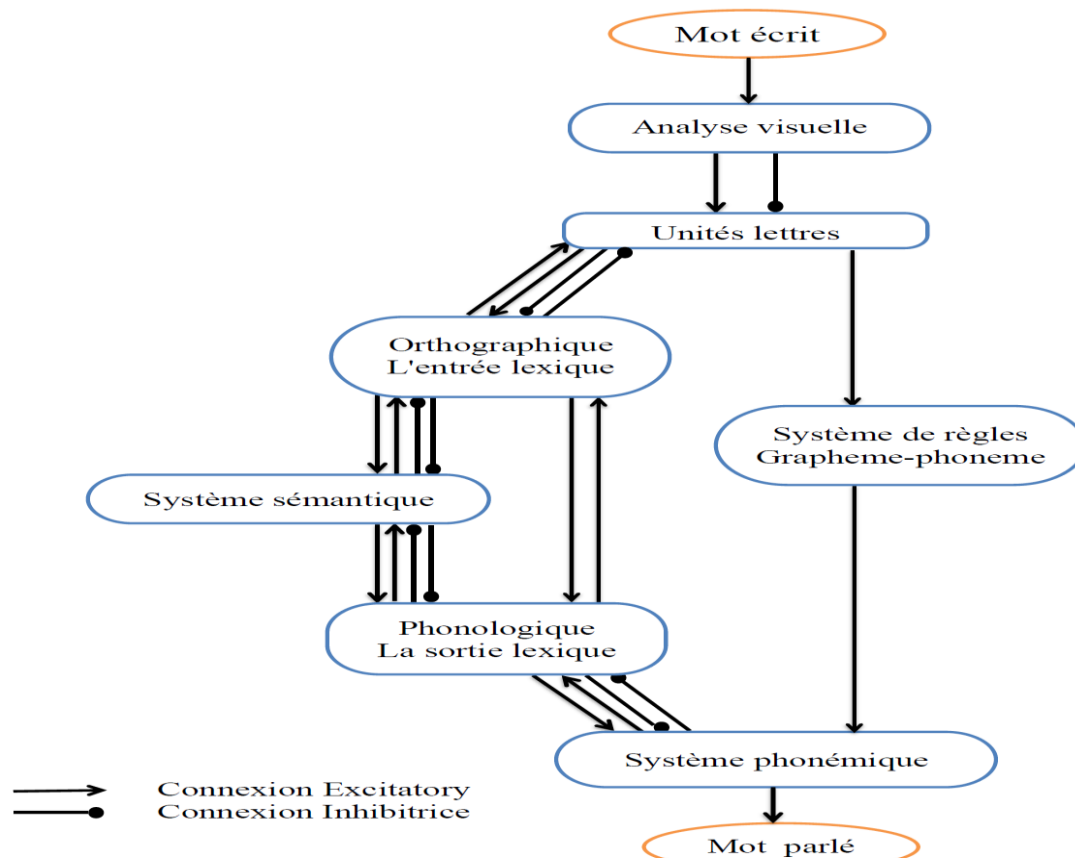


Figure 3. Représentation schématique du modèle Dual Route Cascade (RDC) proposé par Coltheart, Rastle, Perry, Langdon et Ziegler (2001).

La lecture via la voie lexicale est basée sur l'activation d'informations lexicales orthographiques et phonologiques stockées dans des lexiques (sortes de dictionnaires mentaux). Ces informations lexicales ont été mémorisées et stockées lors des rencontres préalables avec le mot. La voie lexicale permet notamment de lire les mots irréguliers comme « monsieur » ou « chorale » dont la prononciation ne relève pas de la simple application de règles de correspondance entre graphèmes et phonèmes. Il est nécessaire d'accéder à des informations lexicales spécifiques pour

lire ces mots correctement. Ainsi, le modèle postule qu'après avoir analysé les lettres qui composent le mot, sa forme orthographique est retrouvée au sein du lexique orthographique ce qui permet ensuite de retrouver la forme phonologique qui lui a été associée au niveau du lexique phonologique. Cette voie permet ainsi des associations relativement arbitraires.

Même si la voie lexicale est indispensable à la lecture des mots irréguliers, celle-ci est en fait mobilisée pour tous les mots qui ont été préalablement rencontrés et mémorisés. Elle permet la reconnaissance immédiate de ces mots et un accès rapide à leur prononciation. Cette voie repose sur un traitement parallèle de la séquence littérale du mot (Adelman, Marquis et Sabatos-DeVito, 2010). Les représentations orthographique et phonologique sont ainsi retrouvées d'emblée dans les lexiques correspondants et la prononciation complète du mot est immédiatement disponible dès que la représentation phonologique a été retrouvée. Ainsi, tous les mots peuvent être reconnus et traités rapidement quelle que soit leur longueur. Le traitement d'un mot court comme « mer » ne demande pas un temps de traitement plus long qu'un mot plus long mais de fréquence équivalente comme « mercredi ».

La voie sous lexicale se caractérise par l'application de règles de correspondance graphème-phonème. Cette voie permet de convertir les graphèmes de l'entrée orthographique en unités phonémiques. Les graphèmes sont successivement segmentés et traités l'un après l'autre selon un mode strictement sériel de sorte que chaque phonème soit associé au code phonologique correspondant (phonèmes), sur la base des règles de conversion graphème-phonème (GPC). Du début à la fin d'un mot, une règle est appliquée pour traduire chaque graphème en phonème. Ce traitement strictement sériel induit des effets de longueur importants ; plus la séquence à lire est longue, plus elle contient de graphèmes et plus le temps de conversion phonologique sera long. Cette voie est indispensable au décodage des mots nouveaux qui n'ont pas encore été rencontrés et ne sont pas représentés dans le lexique orthographique.

Plusieurs modèles double-voie ont été implémentés sous une forme computationnelle depuis les années 2000 : Le modèle DRC (dual route cascaded model ; Coltheart et al., 2001) et les modèles CDP+ et CDP++ (Perry et al., 2007, 2014). Les spécificités de ces différents modèles seront précisées ci-dessous ainsi que les effets dont ils permettent de rendre compte.

2.1.1.1. Le modèle DRC (Dual Route Cascaded model)

Le modèle DRC a été proposé par Coltheart et collaborateurs en 2001 comme la première version implémentée du modèle double voie. L'architecture générale du modèle est présentée dans la figure 3.

Le modèle DRC est un modèle computationnel de lecture conçu comme une extension du modèle IAC (Interactive Activation model of Context effects) initialement proposé par McClelland et Rumelhart (1981). Le modèle DRC diffère des modèles double-voie précédents tant sur le plan structurel que fonctionnel. L'apport principal du modèle est d'explicitement comment sont acquises les règles de conversion graphème-phonème, par application d'un algorithme d'extraction de règles à partir de l'exposition à des mots monosyllabiques de la langue anglaise. Néanmoins cet algorithme n'est pas directement intégré au modèle. Après extraction, seules les règles de conversion GP qui correspondent pour chaque graphème au phonème qui lui est le plus fréquemment associé dans la langue sont conservées. Ainsi, CH sera associé à /ch/ sans mémorisation de l'association CH→k pourtant présente dans « chorale ». Une autre caractéristique de la voie sous-lexicale est l'application strictement sérielle du transcodage grapho-phonémique qui permet de rendre compte notamment des effets de longueur lors de la lecture des pseudo-mots.

Sur le plan structurel, le modèle DRC se distingue clairement des modèles double-voie initiaux parce qu'il inclut un niveau de traitement correspondant au « système phonémique » qui est commun aux voies lexicale et sub-lexicale. Dans les modèles antérieurs, une étape de synthèse phonémique était intégrée à la voie sous-lexicale et seule la mémoire de travail phonologique était commune aux deux voies. Le modèle DRC au contraire postule un niveau de traitement phonémique qui reçoit à la fois des activations lexicales et sous-lexicales et peut notamment expliquer que des pseudo-mots voisins de mots irréguliers puissent être lus d'une façon non régulière (CHORATE lu /korate/ par exemple).

Sur le plan fonctionnel contrairement aux modèles antérieurs conçus comme strictement hiérarchiques, le modèle DRC est un modèle en cascade, ce qui veut dire que les activations à un niveau de traitement donné entraînent l'activation des niveaux voisins selon des relations excitatrices ou inhibitrices, tel que représenté dans la figure 3. Par ailleurs, le modèle

implémenté donne un léger avantage temporel au traitement lexical en retardant légèrement la mise en route du traitement sous-lexical.

L'avantage de disposer d'un réseau implémenté comme le modèle DRC est de pouvoir évaluer la capacité du modèle théorique à rendre compte des effets qui caractérisent la performance de lecture chez les adultes normo-lecteurs. Dans cet article, les auteurs (Coltheart et al., 2001) montrent que la plupart des effets classiquement observés (e.g., effets de fréquence, régularité, lexicalité, voisinage, pseudo-homophonie) dans les tâches de lecture à haute voix et de nombreux effets observés en décision lexicale peuvent être simulés avec succès (Perry et al., 2002). Le modèle est également capable de simuler les troubles acquis de la lecture tel qu'observé chez des adultes préalablement bons lecteurs suite à une atteinte du système nerveux central : dyslexies de surface, phonologique et profonde. Bien que le modèle DRC ne renferme pas de processus d'apprentissage, Ziegler et ses collaborateurs (2008) ont également montré la capacité du modèle à simuler des profils individuels de lecture tels qu'observés dans le contexte des dyslexies développementales.

2.1.1.2. Les modèles CDP (Connexionniste à Double Procédure)

Plusieurs types de modèles connexionnistes à double procédure [« connexionist dual process model » CDP] ont été proposés. Il s'agit d'autres versions computationnelles du modèle double voie puisque tous reconnaissent l'existence de deux voies distinctes de traitement, lexicale et sous lexicale.

Trois modèles de ce type ont été successivement proposés : le modèle CDP (Zorzi, 1998), le modèle CDP+ (Perry, Ziegler et Zorzi, 2007) et le modèle CDP++ (Perry, Ziegler et Zorzi, 2014). Perry et al. (2007) précisent que ces modèles ont été explicitement conçus sur la base de modèles pré-existants et empruntent à ces modèles leurs points forts tout en outrepassant leurs points faibles. Ainsi le modèle CDP+ (voir Figure. 4) inclut comme composants de la voie sous-lexicale:

- un module de reconnaissance des mots, emprunté à McClelland et Rumelhart (1981) composé d'un détecteur de traits et d'un détecteur de lettres,
- un module de segmentation graphémique, emprunté à Houghton et Zorzi (2003)

- un module de mise en relation des graphèmes et des phonèmes, le réseau TLA (Two Layer Assembly), développé par Zorzi, Houghton et Butterworth (1998).

CDP+ inclut également un réseau lexical identique à celui de DRC et une mémoire de sortie phonologique (phonological output buffer) similaire au système phonémique de DRC mais codant les différentes unités syllabiques tel qu'implémenté initialement par Zorzi et collaborateurs (1998).

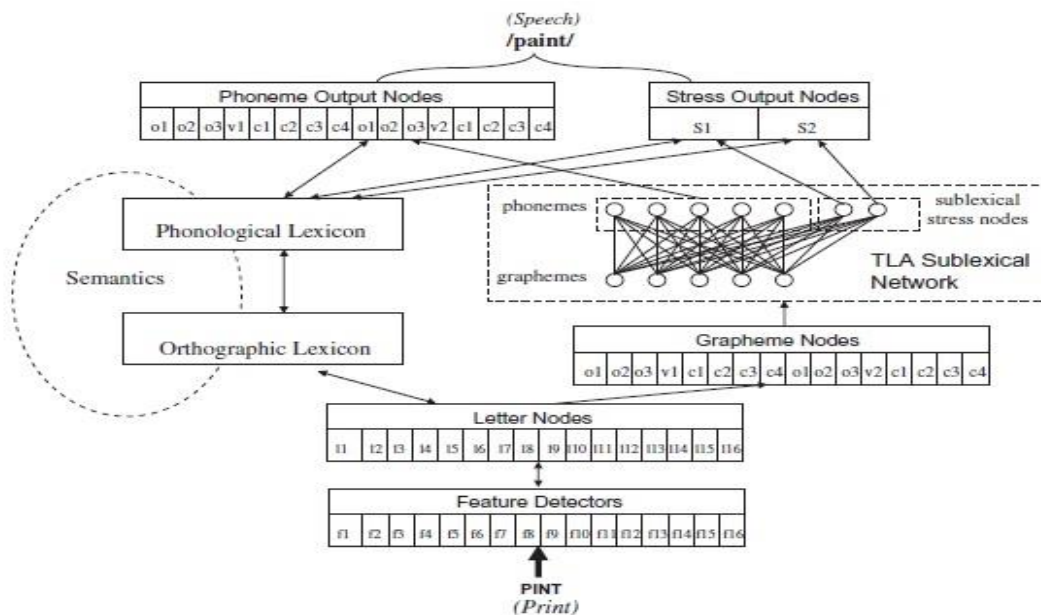


Figure 4. Le modèle à double processus (CDP+) de Perry, Ziegler et Zorzi (2010) .

Les simulations effectuées avec le modèle CDP+ ont permis de montrer sa capacité à rendre compte d'un grand nombre d'effets classiquement observés en lecture chez le sujet expert. Ses performances se sont avérées être meilleures (plus proches des performances des sujets humains) que celles du modèle DRC. Les dyslexies acquises (de surface et phonologique) qui se caractérisent respectivement par un trouble spécifique de la lecture des mots irréguliers et de la lecture des pseudo-mots, sont également simulées avec succès par CDP+. Des versions plus sophistiquées du modèle ont été implémentées par la suite. Le modèle CDP++ (Perry, Ziegler et Zorzi, 2010) inclut un composant supplémentaire permettant de gérer l'accent tonique (stress output nodes). Le modèle a ainsi pu être entraîné sur une base de mots beaucoup plus conséquente que les modèles précédents (DRC ou CDP+). En effet, ces derniers étaient entraînés

sur des bases d'environ 3000 mots monosyllabiques pour lesquels la question de l'accentuation ne se posait pas alors que la base de mots de CDP++ (environ 32000 mots de toutes longueurs et avec accents toniques) est beaucoup plus proche des connaissances d'un adulte bon lecteur. CDP++ s'est avéré capable de simuler de façon satisfaisante la lecture des mots bi-syllabiques en anglais. Le modèle a également été appliqué au français pour la lecture de mots polysyllabiques (base de 100 000 mots de 1 à 3 syllabes ; Perry et al., 2014). Aucun des réseaux CDP implémenté jusqu'ici ne simule l'apprentissage de la lecture. A noter toutefois que Ziegler et al. (2013) ont récemment implémenté un modèle d'auto-apprentissage qui inclut le module de conversion TLA et explicite comment de nouvelles connaissances orthographiques sont acquises sur la base de ce système de conversion. Ce modèle pourrait donc servir de base à l'implémentation d'un nouveau modèle CDP capable de simuler l'apprentissage de la lecture.

2.1.2. Les modèles en triangle

Le modèle en triangle a été le premier modèle computationnel de lecture à être implémenté. Il a été proposé en 1989 par Seidenberg et McClelland comme une alternative aux modèles double-voie. La grande originalité de leur modèle a été de défendre l'existence d'une procédure unique de lecture (voir Figure. 5). Il s'agit donc notamment d'un modèle qui ne possède pas de système de conversion graphème-phonème.

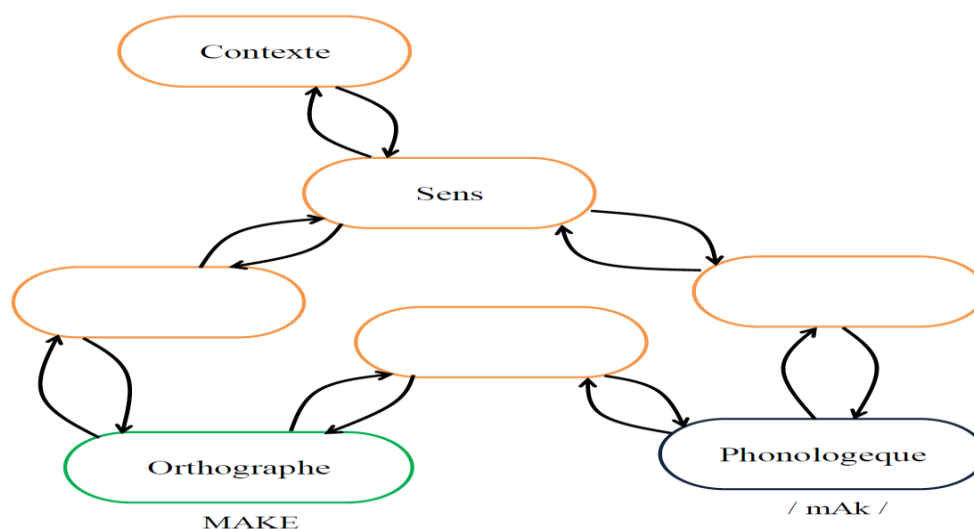


Figure. 5. Le modèle de Seidenberg et McClelland (1989) : Schéma général pour le traitement lexical. Le modèle implémenté est en caractères gras.)

Le modèle en triangle postule l'existence de trois couches d'unités, les couches orthographique, phonologique et sémantique. Seul le réseau ortho-phonologique a été implémenté dans le modèle initial. Chacune des couches orthographique et phonologique code des unités simples (lettres et phonèmes) qui sont entièrement connectées par le biais d'unités cachées qui confèrent des capacités computationnelles supérieures au réseau. Les représentations des mots sont distribuées : chaque mot correspond à un pattern d'activation d'unités simples, les mêmes unités étant utilisées par plusieurs mots. Dans les modèles connexionnistes qui emploient des représentations distribuées, il n'y a pas d'entrée lexicale ; chaque mot est représenté par un profil d'activation sur des ensembles d'unités de codage de différents types (phonologique, orthographique, sémantique). Ces modèles permettent tout de même de capturer des phénomènes dont on pensait précédemment qu'ils exigeaient des entrées lexicales (par exemple, les effets de fréquence) et de générer des prédictions nouvelles, par exemple sur les relations orthographe-phonologie en lecture à voix haute (Seidenberg, MacDonald, et Haskell, 2007).

Par ailleurs dans le modèle en triangle comme dans les modèles implémentés qui l'ont précédé (modèle IA par exemple), le traitement est interactif en ce sens que chaque couche d'unité est influencée par l'activité des couches adjacentes qu'elle influence à son tour. Une autre grande originalité de ce modèle est que le réseau initial n'a aucune connaissance ni sur les mots ni sur les relations entre unités orthographiques et phonologiques. Initialement les poids des connexions sont aléatoires et vont peu à peu se renforcer selon la base de mots à laquelle ils sont exposés. A chaque présentation d'un mot nouveau, une sortie phonologique est produite puis comparée à la sortie phonologique attendue. Les poids sur l'ensemble du réseau sont alors réajustés par rétro-propagation du gradient d'erreur de façon à réduire l'erreur produite initialement. Ainsi, le réseau s'ajuste progressivement par renforcement des poids de connexion entre les unités orthographiques et phonologiques. Il capture peu à peu les régularités statistiques de la langue et peut sur la base de cet apprentissage traiter tous les types de mots, non seulement réguliers et irréguliers mais également les pseudo-mots. Un apport majeur du modèle est ainsi de montrer qu'une procédure unique peut traiter tous les types de mots et notamment que la lecture des pseudo-mots peut être simulée sans faire appel à un système explicite de règles.

Le réseau implémenté en 1989 a été entraîné sur une base de mots monosyllabiques de langue anglaise. Les simulations ont clairement montré sa capacité à rendre compte des effets classiques obtenus en lecture. Les effets de fréquence et de régularité ont notamment été simulés contre

l'idée qu'ils témoignent nécessairement d'effets lexicaux pour le premier ou de compétition entre voie lexicale et non lexicale pour le second (Seidenberg, 2005). Bon nombre de pseudo-mots pouvaient être lus correctement malgré l'absence de règles de conversion explicites. Enfin, le modèle permettait de simuler différentes phases de l'apprentissage de la lecture puisque le réseau apprend les régularités statistiques de la langue par exposition aux mots.

Le modèle proposé par Seidenberg et McClelland (1989) a néanmoins été fortement critiqué. Notamment sa capacité à « lire » les pseudo-mots n'était pas comparable à celles des lecteurs experts, ce qui a amené ses opposants à contester les principes mêmes du modèle. D'autres implémentations du modèle en triangle ont été présentées par la suite. Elles ont démontré que des performances comparables à celles des sujets adultes en lecture de pseudo-mots pouvaient être simulées en modifiant le codage phonologique mais en respectant l'architecture initiale du réseau (Harm et al., 1999 ; Plaut et al., 1996). Ces simulations montrent clairement qu'un haut niveau de réussite en lecture de pseudo-mots est possible en l'absence de règles de conversions explicites. Les travaux ultérieurs ont également montré la capacité du modèle en triangle à rendre compte des dyslexies acquises par lésion virtuelle de différents composants du réseau (Plaut et al., 1996). Une modélisation des interactions sémantiques a également été proposée (Harm et Seidenberg, 2004).

2.1.3- Le modèle connexionniste de mémoire multi-traces

Le modèle multi-traces de mémoire (MTM ; Ans, Carbonnel et Valdois, 1998) s'inscrit dans l'approche connexionniste, souvent utilisée en sciences cognitives et dont l'influence s'accroît dans les milieux de la recherche. Cette approche se propose d'analyser les phénomènes mentaux ou comportementaux (parmi lesquels la lecture) comme le résultat d'activations au sein de réseaux neuronaux formés d'unités simples interconnectées. Il se base également sur la théorie de la mémoire multi-traces (Hintzman, 1986), selon laquelle chaque nouvelle expérience produit une trace supplémentaire en mémoire épisodique, les connaissances abstraites dérivant au moment du rappel de l'activation simultanée de l'ensemble des traces mémorisées. L'architecture générale du modèle est présentée dans la figure 6.

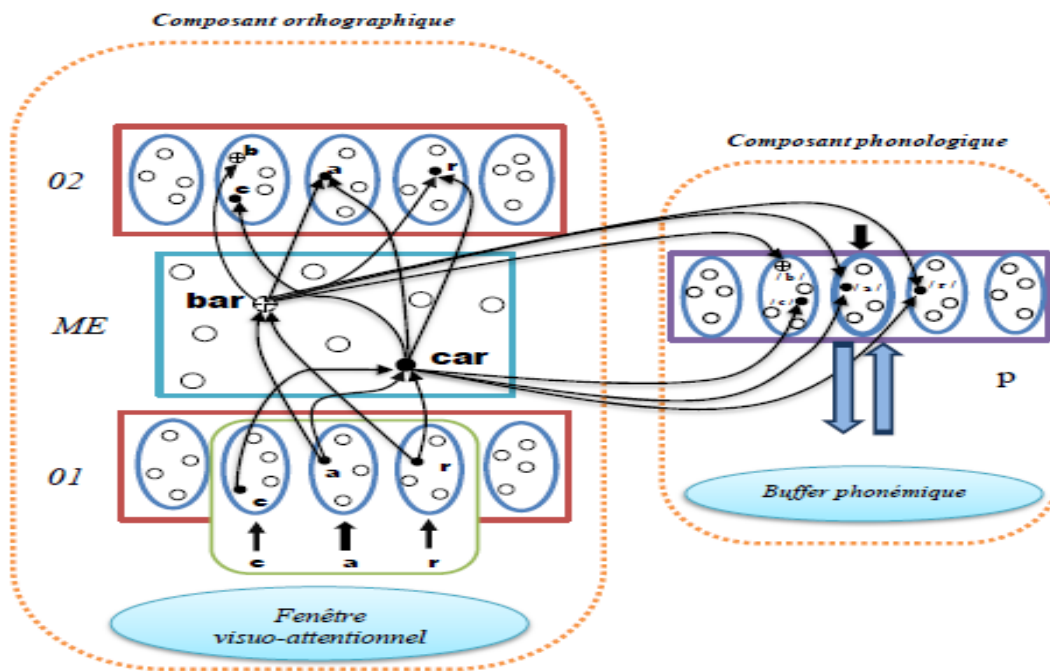


Figure 6. Le modèle multitrace (MTM) de lecture selon Ans, Carbonnel et Valdois (1998). Il représente les procédures visuo-attentionnelle [O1 = couche orthographique d'entrée, O2 = couche orthographique de sortie, EM = mémoire épisodique, P = couche phonologique de sortie, VAW = fenêtre visuo-attentionnelle].

Le modèle comprend un système orthographique et un système phonologique. Le système orthographique comprend trois couches d'unités. Les unités orthographiques d'entrée (O1) codent la séquence orthographique présentée via l'activation d'unités lettres au sein de clusters ; la couche orthographique de sortie est une réplique de O2 mais l'activation des unités au sein des clusters est générée à partir de l'activation des unités de la couche ME (mémoire épisodique). La fenêtre visuo-attentionnelle définit au sein de la couche orthographique d'entrée le nombre de lettres sur lesquelles porte le traitement. Le système phonologique comprend un couche phonologique qui code les unités phonémiques au sein de clusters et un buffer phonémique qui maintient l'information phonémique générée à partir de l'activation des unités de la couche ME au cours du traitement. Les unités de la couche ME codent les liens entre profils orthographiques (sur O1) et profils phonologiques (sur P).

Le modèle implémenté a été exposé à une base de 13000 mots de la langue française de toutes longueurs. En phase d'apprentissage, les unités correspondant aux lettres du mot sont activées sur la couche O1 en même temps que les unités phonologiques correspondantes sur la couche P. Une unité de la mémoire épisodique est choisie pour encoder cette relation par renforcement maximal des poids des connexions qui la relie aux unités activées de la couche orthographique et de la couche phonologique. Le codage est multi-traces parce que la même séquence orthographique rencontrée ultérieurement dans un contexte différent sera mémorisée via la création d'une autre unité en mémoire épisodique. Par convention, le nombre de contextes différents est considéré comme proportionnel à la fréquence du mot, de sorte que davantage de traces mots sont créées pour les mots les plus fréquents. Ainsi, une même séquence orthographique sera reliée à plusieurs unités (ou traces mots) en mémoire épisodique, le nombre de ces unités étant fonction de la fréquence du mot. L'apprentissage ne porte pas seulement sur les unités mots mais concerne également les syllabes qui composent le mot. Ainsi, des traces segments sont créées en mémoire épisodique pour encoder la relation entre chacune des syllabes orthographiques qui composent le mot et chacune des syllabes phonologiques correspondantes. Les traces segments sont encodées en contexte. Ainsi le MA de *maman* est encodé dans le contexte #ma_m qui diffère du MA de *camarade* (a_ma_r) et du MA de *cinéma* (a_ma_#). Ainsi là encore, une même syllabe orthographique encodée dans des contextes différents donne lieu à la création de plusieurs traces-segments. Conformément au modèle multi-traces de Hintzman (1986), l'ensemble des traces sont activées au moment du rappel en fonction de leur proximité orthographique avec le mot présenté et de la fréquence de ce mot.

Le modèle multi-traces distingue deux procédures de lecture : une procédure dite « globale » assure la lecture des mots familiers, et une procédure « analytique » prend le relais, en cas d'échec de la procédure globale. Il s'agit cependant d'un modèle à une seule voie, car le même réseau computationnel est impliqué dans les deux procédures, globale et analytique. Le modèle est un modèle hybride qui retient un principe computationnel unique et l'absence de règles de conversion graphème-phonème comme dans le modèle en triangle ; en même temps, le modèle MTM postule l'existence de deux procédures globale et analytique de lecture comme dans les modèles double voie. Les deux traitements interviennent cependant de manière successive. La procédure analytique est mise en jeu uniquement lorsque la procédure globale a échoué, et non pas parallèlement à la procédure globale comme nous l'avons décrit dans le modèle DRC (Coltheart et al., 2001).

Une différence majeure avec l'ensemble des autres modèles existants, et une des grandes originalités du modèle MTM, est de postuler l'existence d'un composant visuo-attentionnel (la fenêtre visuo-attentionnelle) qui intervient au niveau orthographique et délimite la quantité d'information visuelle qui sera traitée à chaque étape de la lecture. L'importance des traitements visuo-attentionnels sera abordée dans le chapitre II de la thèse.

2.1.4. Capacités de modèles à rendre compte de la langue arabe

2.1.4.1. Les limites des modèles classiques

Les modèles classiques de lecture experte ont été conçus pour rendre compte des données comportementales collectées dans les études portant sur les langues alphabétiques. En fait, les recherches en lecture et les modèles de lecture qui en découlent se caractérisent principalement par leur anglocentrisme (Share, 2008). Share (2008) fait en effet remarquer que la plupart des données dont nous disposons émanent d'études sur la lecture en langue anglaise, alors même que l'anglais est une langue très particulièrement (particulièrement opaque et inconsistante quant aux liens orthographe-phonologie) même lorsqu'on la compare aux autres langues européennes (Seymour et al., 2003). Il se pourrait donc que les recherches sur l'anglais et les conclusions tirées de ces recherches aient conduit à proposer des modèles de lecture peu aptes à rendre compte des mécanismes cognitifs et des procédures universelles qui sous-tendent la lecture. Ces modèles pourraient en fait être peu adaptés à rendre compte des langues alphabétiques transparentes et encore moins adaptés à rendre compte des langues sémitiques. Dans le même ordre d'idée, Frost (2012) insiste sur les limitations des modèles existants qui tiennent peu compte des systèmes qui caractérisent les différentes langues du monde et du poids différentiel que ces systèmes accordent aux informations de nature phonologique, morphologique, orthographique ou sémantique. Par exemple, les langues sémitiques comme l'arabe accordent un poids très important aux dimensions morphologiques. Le traitement de la séquence des lettres du mot pourrait ainsi consister à traiter en priorité les 3 ou 4 consonnes qui composent la racine du mot, contrairement aux langues européennes qui nécessitent un traitement simultané et quasi-exhaustif de l'ensemble des lettres qui composent les mots. Frost (2012) insiste également sur une autre différence majeure. Dans les langues sémitiques, l'ordre des consonnes de la racine est très important, un ordre différent renvoyant à une racine et donc à un sens différent. Ainsi, le codage de l'ordre des lettres est

fondamental dans ces systèmes linguistiques alors que de nombreuses études montrent que ce codage est plutôt flexible dans les langues européennes comme l'anglais, le français ou l'espagnol. Par contre, l'arabe semble accorder beaucoup moins de poids aux dimensions phonologiques. Les voyelles sont absentes de l'écrit pour les textes destinés aux adultes si bien qu'il n'y a pas de correspondance directe entre les lettres et les sons. La racine est la clé qui permet de comprendre le sens du mot et le contexte prend une dimension particulière pour dériver la forme phonologique correspondante. On a ainsi montré que les bons lecteurs de langue arabe se reposent beaucoup sur le contexte pour lire (Abu-Rabia, 1997). Le contexte est davantage pris en compte par les bons que les mauvais lecteurs arabophones, alors qu'au contraire ce qui caractérise les bons lecteurs des langues européennes est leur indépendance au contexte : plus la lecture est aisée moins elle dépend du contexte (Nicholson, Bailey et McArthur, 1991; Perfetti, 1997). Il ressort de ces recherches que les modèles de lecture existants ont des limites majeures pour rendre compte des langues sémitiques comme l'arabe.

2.1.4.2. Un cadre théorique pour rendre compte de la lecture en langue arabe

Les explications théoriques du processus de la lecture dans la plupart des langues se sont basées sur les modèles de reconnaissance des mots développés pour rendre compte des langues européennes (modèle à double voie et modèle en triangle). Le cadre théorique « double voie » permettrait de rendre compte des langues qui peuvent être écrites avec deux orthographes alphabétiques différentes - l'une (voyellée) transparente et l'autre (non voyellée) très profonde en l'absence d'information phonologique quand les voyelles courtes sont supprimées. Cependant l'analyse expérimentale a montré qu'en arabe le modèle double voie semble proposer un cadre explicatif limité. D'une part, la quantité limitée de ressources phonologiques lorsque le texte arabe est non voyellé semble rendre la voie phonologique moins efficace. Par ailleurs, la reconnaissance lexicale directe ne semble pas suffisamment expliquer comment les mots arabes non voyellés sont reconnus. Comme on le verra ci-dessous, il semble que d'autres types de connaissances linguistiques soient en jeu, même au niveau de la reconnaissance des mots isolés (Hansen, 2014).

Hansen (2014) a suggéré de modifier le modèle de lecture en triangle afin de rendre compte de la langue arabe (Voir Figure 7). Dans ce système de reconnaissance de mots, les connaissances sur

les mots de la langue sont représentées dans le poids des connexions. Il n'y a pas de "lexique mental", donc il n'y a aucune voie lexicale pour la reconnaissance des mots. Mais plutôt orthographe, phonologie et codes sémantiques sont connectés au sein d'un réseau global d'unités en interaction.

La reconnaissance de mots en arabe: vers un modèle de lecture spécifique

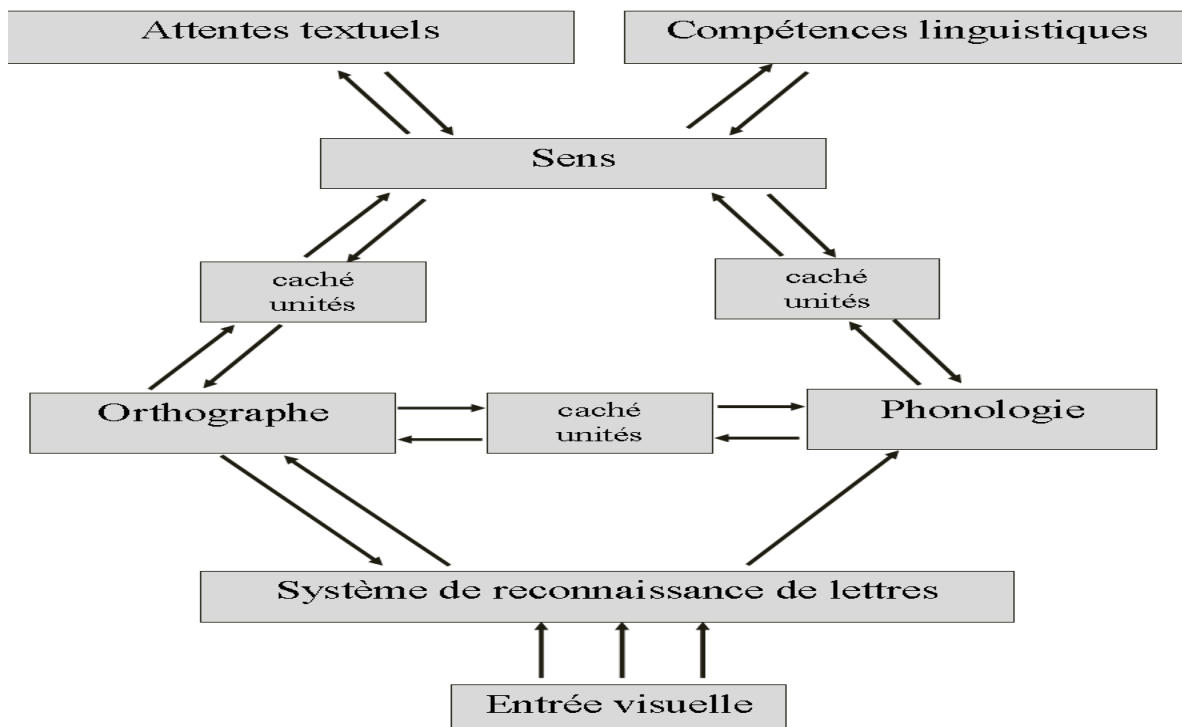


Figure 7. Le modèle révisé proposé par Hansen (2014). Le modèle s'inspire du modèle de reconnaissance de mots connexionniste original proposé par Seidenberg et McClelland (1989)}

Les différences majeures entre le modèle proposé ici et le modèle original de Seidenberg et McClelland (1989) sont :

- L'ajout d'un système de reconnaissance de lettres
- L'ajout de deux couches pour les attentes textuelles et les compétences linguistiques

Ces deux ajouts tentent de rendre compte de deux particularités de la langue arabe et plus généralement des langues sémitiques : les difficultés de traitement des lettres et l'utilisation du contexte lors du décodage.

De nombreuses études pointent des difficultés de traitement des lettres en langue arabe. La raison pour cela se trouve probablement dans l'écriture cursive et les formes des lettres assez semblables qui caractérisent l'écriture arabe. La grande similitude graphique entre les lettres arabes fait que la reconnaissance des lettres est relativement coûteuse. Les différentes études indiquent que les caractéristiques graphiques de l'écriture arabe sont quelque peu problématiques eu égard à la capacité des lecteurs de faire la distinction entre les lettres. Hansen (2010) a constaté qu'en lecture de pseudo-mots les arabophones produisaient fréquemment d'alarmantes erreurs de décodage, et que les lecteurs (dans ce cas des étudiants universitaires) étaient quelque peu incertains sur la correspondance graphème-phonème exacte pour les lettres qui sont graphiquement très similaires. Ainsi, les sujets bilingues arabe-hébreu sont plus lents dans le traitement de lettres en arabe (pourtant leur langue première) qu'en hébreu (Langue seconde). Les chercheurs ont conclu que ces résultats étaient dus à la complexité graphique de l'écriture en langue arabe (Ibrahim et al., 2002 ; Ibrahim et Eviatar, 2009). Dans tous les cas, il apparaît clairement que le processus de reconnaissance des lettres joue un rôle majeur en langue arabe. Plusieurs recherches se sont intéressées aux mouvements oculaires pendant la lecture des orthographe non-voyellées sémitiques par rapport à celles des orthographe européennes. Ils ont montré que les fixations sont plus longues en langue arabe ce qui a été interprété comme reflétant un coût de traitement plus élevé (Pollatsek et al., 1981; Shimron et Sivan, 1994). Beaucoup de lettres ne se distinguent que par le nombre et l'emplacement des points. Quant aux constellations de lettres, le fait de savoir si une lettre est reliée ou non à la suivante est un moyen important de distinguer les lettres ressemblantes. La similitude graphique reposerait donc davantage sur des traitements visuo-spatiaux et exigerait des ressources d'attention visuelle plus importantes que celles mobilisées pour le traitement des langues européennes.

L'arabe se distingue également par le poids plus important des influences textuelles. Dans les langues européennes, la lecture repose principalement sur la mise en correspondance des connaissances orthographique et phonologique. Les recherches portant sur les langues sémitiques

montrent que le fait que les voyelles courtes soient normalement omises dans l'écriture sémitique, rend le décodage plus dépendant des autres types d'informations, notamment textuelle. Ainsi, la lecture continue à être tributaire du contexte, même chez les lecteurs arabophones experts. L'accent est également mis sur les traitements orthographiques au détriment des traitements phonologiques. Le grand nombre d'homographes rend le lecteur fortement dépendant du contexte. La recherche du sens du mot en fonction du contexte dans lequel il apparaît est un élément crucial du traitement. La fréquence des mots pourrait également être un facteur important pour hiérarchiser les significations possibles (Hansen, 2014).

Un autre point majeur de distinction entre lecture en langue arabe et langues européennes est le poids des traitements morphologiques. Certains auteurs spécialistes de la langue arabe affirment que ces informations demandent des traitements spécifiques qui mobilisent des ressources attentionnelles importantes.

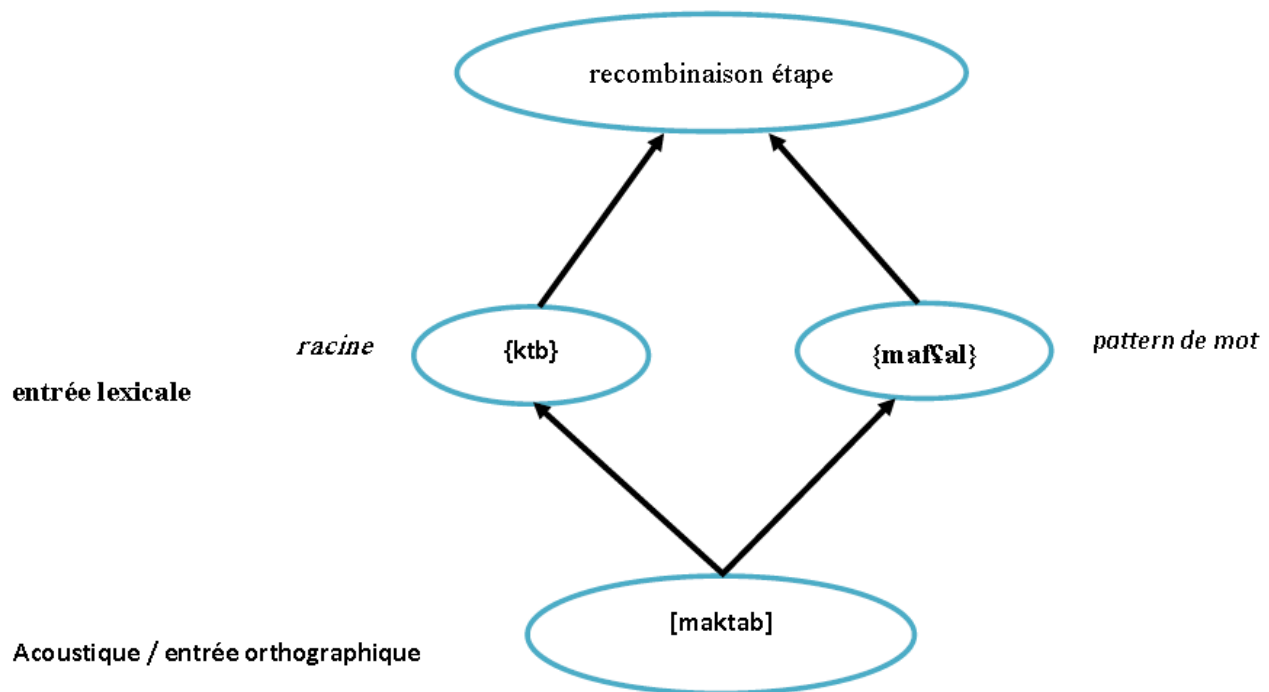


Figure 8. La représentation schématique du modèle de décomposition morphologique obligatoire de Boudelaa (2014).

Ainsi, Boudelaa (2014 ; voir figure 8) postule que des étapes obligatoires de décomposition morphologique sont nécessaires lors du traitement des mots arabes. Les mots renferment notamment une racine qui véhicule le sens général du mot et est représentée par une séquence de 3 ou 4 consonnes. À cette information sur la racine, s'ajoute une information sur le pattern vocalique du mot (représenté par les voyelles longues) qui véhicule des informations de nature morpho-syntaxique. Les deux types d'informations sont entremêlés dans la séquence du mot du fait de la morphologie non concaténative de la langue. Or, des données expérimentales basées sur des études d'amorçage suggèrent que ces deux types d'information sont traités indépendamment. Les résultats montrent notamment de forts effets de priming lorsque l'amorce et la cible partagent la même racine (Boudelaa et Marslen-Wilson, 2000). Globalement, le traitement des mots semble basé sur un traitement prioritaire des consonnes de la racine (Farid et Grainger, 1996 ; Perea, Mallouh et Carreiras, 2014) plutôt que sur un traitement de l'ensemble des lettres de la séquence du mot comme dans les langues européennes (Abdulhadi, Ibrahim. et Eviatar, 2011). Pour rendre compte de ces résultats, Boudelaa (2014) a proposé un modèle de décomposition morphologique obligatoire. Les racines et pattern vocaliques seraient activés en tant qu'entrées lexicales renfermant des informations morpho-syntaxiques, phonologiques, sémantiques et grammaticales. Ainsi, les racines et les patterns vocaliques seraient d'abord traités séparément, puis une étape de recomposition serait nécessaire tel que représenté dans la figure 8. Il est probable que la décomposition mentale de ces différents types de morphèmes exige une plus grande capacité cognitive et des ressources attentionnelles importantes.

2.2. Les théories de l'apprentissage de la lecture

2.2.1. Les modèles à étapes

Les premiers modèles de l'apprentissage de la lecture sont des modèles dits « à étapes » parce qu'ils supposent que l'apprentissage consiste en une série d'étapes ou stades successifs que l'enfant doit franchir. Le modèle de Frith (1985) est l'un des modèles de développement qui rend compte à la fois de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Frith (1985) a distingué trois étapes fondamentales et successives de l'apprentissage de la lecture (voir Figure 9)

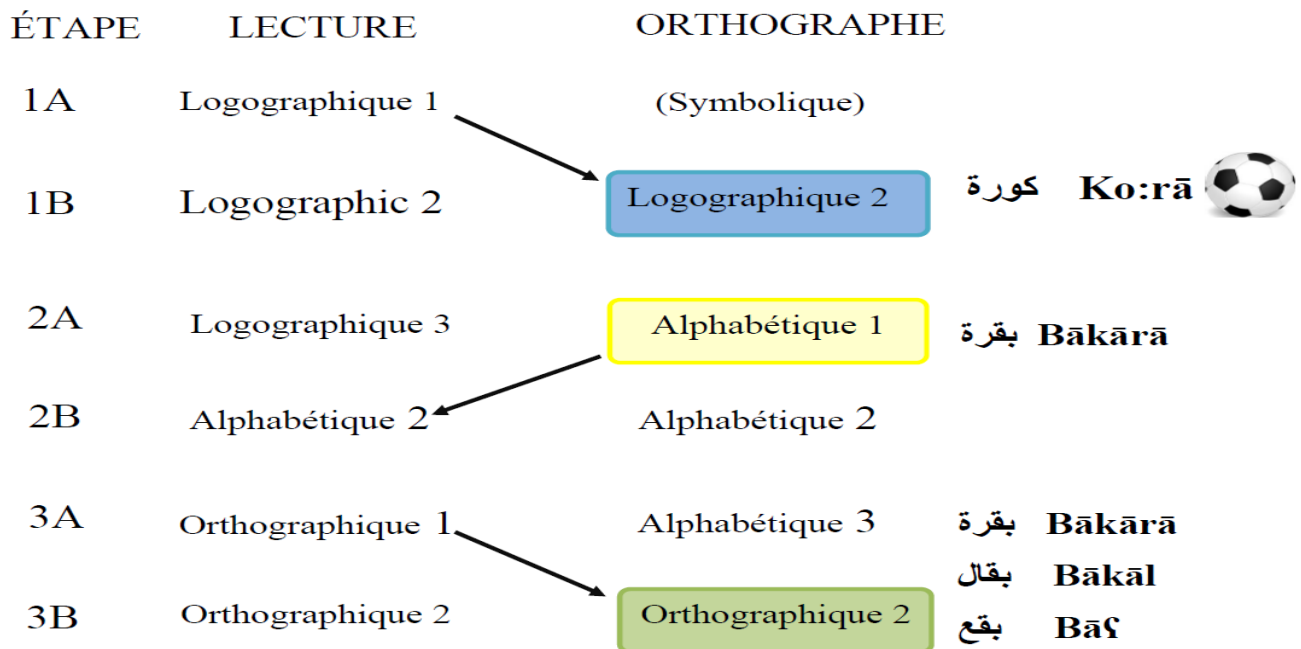


Figure 9. Le modèle développemental de lecture de Frith (1985) représentant les trois étapes successives de l'apprentissage de la lecture. Des exemples ont été rajoutés (à droite) pour la langue arabe.

○ L'étape logographique

La première étape du modèle de Frith est l'étape logographique. Elle consiste en un traitement essentiellement visuel, l'enfant reconnaît les mots de manière « globale » à partir d'indices contextuels extra-linguistiques. Le traitement s'appuie essentiellement sur des indices figuratifs et sur des indices saillants, c'est une stratégie picturale. La mise en relation de la séquence visuelle et d'une séquence orale associée est arbitraire. L'enfant n'a pas conscience à ce stade que les lettres

écrites représentent les sons parlés. Cette étape n'est pas à proprement parler une étape d'apprentissage de la lecture. C'est plutôt une étape de pré-lecture qui se met en place avant tout apprentissage explicite en classe de la lecture.

- L'étape alphabétique

Dans la phase alphabétique, l'enfant prend conscience du principe alphabétique, donc du fait que les lettres représentent les sons du mot parlé et que les relations entre lettres et sons ne sont pas arbitraires. L'enfant traite les mots de manière analytique et apprend les correspondances entre graphèmes et phonèmes. Il s'agit d'une médiation phonologique, par laquelle les enfants peuvent lire des mots connus et rares mais aussi les pseudo-mots, mais ils ont des difficultés à lire les mots irréguliers. Cette étape correspond au début de l'apprentissage explicite de la lecture en classe.

- L'étape orthographique

Ce dernier stade correspond à celui de la lecture experte. Les enfants mémorisent peu à peu les mots rencontrés dans leur lexique mental. Ainsi, lorsqu'un mot mémorisé est ultérieurement rencontré, le traitement se fait directement par accès lexical : la forme visuelle du mot permet d'accéder à sa représentation orthographique stockée dans le lexique interne (Frith 1985). La stratégie de traitement dans cette phase est directe via accès lexical, ce qui permet un traitement rapide et la reconnaissance immédiate du mot présenté.

Selon Frith, l'acte de lecture s'acquiert tout au long du développement de l'enfant grâce à la maîtrise successive de ces trois stratégies. Par ailleurs, elle émet l'hypothèse que la lecture et l'orthographe se développent en décalage de phase, servant à tour de rôle de stimulateur au développement de la stratégie suivante. Tout se passerait comme si la lecture donnait l'impulsion pour la stratégie logographique, l'écriture pour la stratégie alphabétique et la lecture à nouveau pour la stratégie orthographique.

Les modèles à étapes partagent des caractéristiques communes. Ainsi, ils posent tous pour hypothèse la succession stricte des différentes étapes qu'ils postulent. Le stade alphabétique se développe avant le stade orthographique et des connaissances alphabétiques suffisantes sont nécessaires pour que des compétences orthographiques puissent émerger.

Cette conception théorique a été critiquée sur deux aspects principaux : la succession stricte des stades et l'absence d'information sur la façon de passer d'un stade au suivant. Pour ce qui est du premier point, le modèle par vagues "Overlapping waves model" (Rittle-Johnson et Siegler, 1999) apporte un éclairage nouveau et intéressant mais ce modèle n'explique pas ce qui permet le développement du stade orthographique. La théorie de l'auto-apprentissage de Share (1995, 1999) est beaucoup plus complète puisqu'elle répond à la fois à la critique de succession stricte et explicite comment s'acquièrent les capacités de traitement orthographique.

2.2.2. Modèle en vagues (Rittle-Johnson et Siegler, 1999)

Selon ce cadre théorique, l'apprenant développe très tôt un répertoire de stratégies qui permettent soit le recodage phonologique de l'entrée, soit un traitement analogique, soit la reconnaissance du mot à partir de connaissances mémorisées sur sa forme orthographique. Ce modèle de développement est schématisé par vagues.

Le modèle en vagues a initialement été développé dans le domaine des mathématiques, mais Rittle-Johnson et Siegler dans leur article de 1999 l'appliquent à l'orthographe des mots. Les chercheurs ont demandé à un groupe de jeunes enfants de première et deuxième année d'apprentissage d'écrire sous dictée des mots. On leur demandait ensuite explicitement quelle stratégie ils avaient utilisé pour les écrire. Les auteurs ont noté que les enfants utilisaient une grande variété de stratégies pour orthographier les mots.

Parmi les stratégies utilisées, les auteurs décrivent les stratégies suivantes :

- Accès lexical : la forme orthographique des mots est retrouvée de mémoire.
- Evocation des unités phonologiques (« sounding out ») : l'enfant se base sur la forme sonore du mot pour générer la forme écrite correspondante
- Utilisation de règles : l'enfant sait explicitement que tel son correspond à telle lettre et utilise ce savoir pour écrire les mots.
- Ecriture par analogies : il écrit un mot non connu par évocation de la forme orthographique d'un mot connu qui lui ressemble. Par exemple l'enfant évoque le mot connu « fish » pour écrire « dish ».
- Jugement visuel : l'enfant écrit le mot puis le corrige jusqu'à ce qu'il le trouve visuellement correct.

Les auteurs concluent que tous les enfants utilisent plusieurs stratégies dès la première année d'apprentissage.

D'autres études ont apporté leur soutien à l'idée que les enfants ont accès très tôt à plusieurs stratégies pour orthographier des mots et les utilisent simultanément (Kwong et Varnhagen, 2005; Rittle-Johnson et Siegler, 1999). Le nombre de stratégies différentes est plus élevé qu'on ne l'avait cru. Jusqu'à 7 sont utilisées dans la résolution des problèmes d'addition à un chiffre (Siegler et Jenkins, 1989). En première année, un même enfant peut utiliser de 2 à 5 stratégies différentes pour orthographier les mots (Rittle-Johnson et Siegler, 1999). Tous les enfants ont utilisé plus d'une stratégie, une constatation qui ne cadre pas bien avec les théories par étapes qui dépeignent les élèves de première année comme limités à une approche de l'orthographe uniquement basée sur le son (Kwong, 2005). Selon le modèle en vagues, la fréquence d'utilisation de chaque stratégie augmente jusqu'à un optimum puis décroît progressivement. Ainsi la maturité des stratégies ne suit pas une logique stricte en étapes, plusieurs compétences /stratégies coexistent. Il n'y a donc pas substitution d'une stratégie par une autre, mais plutôt un mélange de stratégies existantes.

Le modèle par vagues remet ainsi en question l'idée de succession sérielle des étapes initialement proposées. Cependant, ce modèle, pas plus que les précédents, n'explique comment se développent les différentes stratégies au cours du temps. Une question majeure restée sans réponse est en effet de savoir si le développement de capacités de traitement analytique va permettre le développement de connaissances orthographiques et, si oui, comment cela se produit. C'est à cette question cruciale pour comprendre les mécanismes d'apprentissage que tente de répondre la théorie d'auto-apprentissage développée par David Share à partir des années 90.

2.2.3. La théorie d'auto apprentissage

La théorie de l'auto-apprentissage a été proposée par Share dans les années 90. Cette théorie s'inscrit dans le cadre des modèles double-voie et accorde un rôle fondamental au recodage phonologique dans l'acquisition des connaissances lexicales orthographiques spécifiques aux mots. La théorie a pour la première fois été implémentée en 2014 afin de démontrer sa capacité à rendre compte de l'apprentissage de la lecture.

2.2.3.1. Cadre théorique développé par Share (1995, 1999)

Le modèle de Share (1995, 1999) est celui qui rend le mieux compte à l'heure actuelle de la façon dont les compétences analytiques contribuent au développement des connaissances orthographiques. Selon cette approche, chaque fois que la séquence de lettres d'un mot nouveau est correctement décodée en lecture, via la procédure analytique, alors ce décodage phonologique réussi va permettre la mise en mémoire de la séquence orthographique correspondante. Cette mémorisation est implicite et s'opère automatiquement lorsque le décodage est correct. C'est ce qui est appelé l'auto-apprentissage. L'auto-apprentissage nécessite de rencontrer le même mot nouveau plusieurs fois avant d'en acquérir une représentation orthographique suffisamment précise. Cependant, Share et ses collaborateurs ont montré que quelques rencontres seulement avec le mot nouveau étaient suffisantes pour sa mémorisation. Une seule rencontre permet déjà la mémorisation, même si celle-ci est d'autant plus précise que les rencontres avec le mot sont plus fréquentes (Nation, Angell et Castles, 2007). Les résultats montrent également que l'auto-apprentissage apparaît très précocement au début de l'apprentissage de la lecture (Share, 1995, 1999).

L'apport majeur du modèle d'auto-apprentissage est de reconnaître l'importance du décodage phonologique pour permettre l'acquisition de connaissances orthographiques tout en s'opposant à l'idée de stades ou d'étapes successives. Contrairement au modèle par étape, tout mot est supposé devoir être correctement décodé avant de pouvoir être mémorisé sans pour autant qu'une étape de traitement alphabétique précède une étape dite orthographique. Au contraire, ici l'hypothèse est faite qu'un enfant traitera un mot nouveau de façon analytique au même moment où il sera capable de traiter orthographiquement un autre mot. La théorie d'auto-apprentissage reconnaît donc la co-existence à tout moment de plusieurs « stratégies » de traitement mais postule une séquentialité des traitements alphabétique et orthographique au niveau de chaque mot individuellement. La théorie postule également que le développement des connaissances orthographiques dépend des capacités de décodage phonologique des enfants. A l'appui de cette hypothèse, certaines recherches ont montré que ce sont les mots qui ont été bien décodés (procédure analytique) lors de la lecture qui sont mémorisés puisqu'ils sont ensuite reconnus plus vite et mieux orthographiés (Cunningham 2006). L'importance des traitements phonologiques est également démontrée par le fait que la

mémorisation est meilleure dans les conditions qui permettent un recodage phonologique que dans celles qui empêchent le recodage (Kyte et Johnson, 2006).

Malgré sa popularité, la théorie d'auto-apprentissage de Share n'a pas été implémentée dans les modèles double-voie qui ont été présentés précédemment. La première tentative d'implémentation a été proposée par Ziegler et al. (2014).

2.2.3.2 L'implémentation de l'auto-apprentissage selon Ziegler et al (2014)

La première tentative d'implémentation d'un processus d'auto-apprentissage a été publiée par Ziegler, Perry et Zorzi (2014). Cette étude présente un module d'auto-apprentissage tel qu'il pourrait être implémenté dans le cadre d'un modèle double-voie (voir Figure 10).

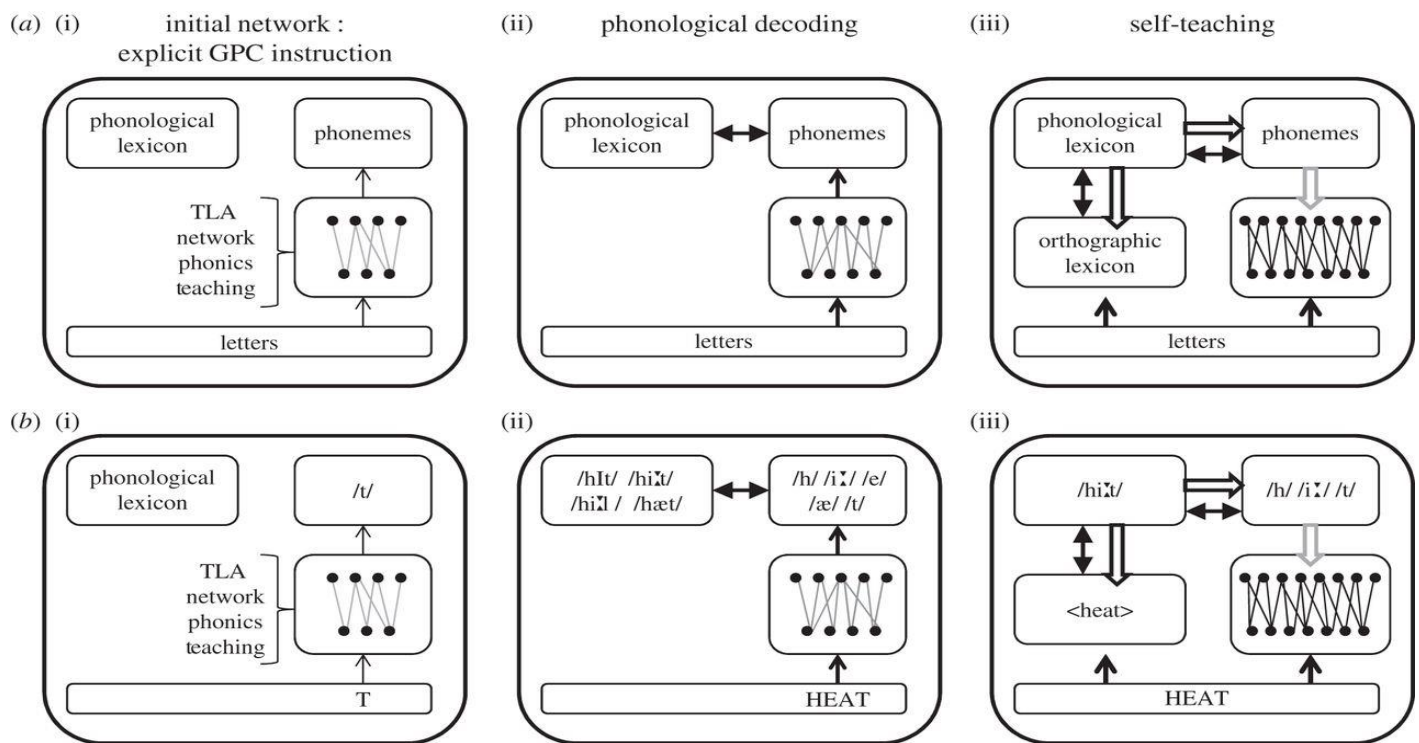


Figure 10. Le modèle d'auto-apprentissage de la lecture de Ziegler et al, 2014. Ce modèle explicite comment l'orthographe des mots nouveaux est mémorisée à partir du décodage phonologique de la séquence présentée, ce qui permet de passer d'une lecture laborieuse basée sur les traitements phonologiques et la conversion graphème-phonème à un traitement automatique de nature orthographique.

Le réseau d'auto-apprentissage proposé inclut des composantes issues du modèle CDP+ : le réseau de conversion graphème-phonème (TLA), le système phonémique (Phonèmes), le lexique phonologique et le lexique orthographique. Le réseau fait l'objet d'un apprentissage explicite des règles de conversion graphèmes-phonèmes en phase initiale. Sur la base de ces connaissances, une séquence orthographique présentée en entrée peut être recodée phonologiquement au sein du système phonémique. Dans l'exemple, le recodage phonologique de « HEAT » active plusieurs candidats phonologiques (/i:/, /e/ et /ae/) pour la prononciation de la séquence « EA » très irrégulière en anglais. L'ensemble des unités activées au sein du système phonémique induit l'activation des représentations phonologiques des mots préalablement mémorisés (lexique phonologique). Ces représentations sont d'autant plus activées qu'elles partagent plus de phonèmes. Ainsi /hIt/, /hi :t/, /hi :l/ et /haet/ sont simultanément activés mais la représentation mémorisée /hi :t/ est rapidement la plus activée ce qui va en retour augmenter l'activation des phonèmes correspondants au sein du système phonémique jusqu'à stabiliser le réseau. C'est alors /hi:t/ qui est le seul activé au sein du lexique phonologique. On va alors créer une nouvelle unité au sein du lexique orthographique codant pour la séquence du mot « HEAT ». L'auto-apprentissage est donc basé principalement sur des opérations phonologiques : la connaissance des règles de conversion graphème-phonème et l'activation de la représentation phonologique des mots.

Comme les auteurs le montrent dans les simulations, un tel modèle permet l'acquisition des représentations orthographiques de plus de 25 000 mots nouveaux en partant d'un nombre relativement restreint de correspondances graphème-phonème (une trentaine). Selon le modèle de Ziegler et al. (2014), un superviseur externe est nécessaire uniquement pour l'apprentissage d'un petit nombre de correspondances graphèmes-phonèmes, et pour le choix de certains mots sélectionnés pendant les premières étapes de l'apprentissage. Ce processus reflète l'enseignement réel de la classe, qui commence nécessairement par l'enseignement (dirigé) explicite d'un petit ensemble de correspondances graphèmes-phonèmes. À partir de là, le modèle fonctionne en autonomie et est en mesure de générer les prononciations de mots orthographiquement inconnus. Si un mot est trouvé dans le lexique phonologique, mais pas encore dans le lexique orthographique, un lien direct entre les deux est établi. En parallèle, la prononciation du mot décodé est utilisée comme "superviseur interne", c'est à dire un signal d'enseignement généré en interne, pour améliorer l'efficacité du réseau de décodage TLA lui-même. En conséquence, une grande précision de

décodage est obtenue assez rapidement et le nombre de mots orthographiques appris augmente rapidement.

Ziegler et al. (2014) font remarquer qu'il est important pour un enfant de lire des mots dans des contextes différents. Dans les simulations effectuées, le modèle sélectionne au sein du lexique phonologique un mot qui fait partie des mots connus préalablement encodés en mémoire à long terme. Cette simplification est fondée sur l'hypothèse que, dans la situation d'apprentissage réel avec des textes réels, les enfants auront des informations supplémentaires à partir du contexte de l'histoire, des images, de la sémantique ou de la syntaxe pour les aider à choisir le mot phonologique cible. Néanmoins, comme cela apparaît dans les simulations, même lorsque le modèle est défaillant et choisi un mot incorrect, le processus d'apprentissage n'est pas considérablement affecté car ces erreurs peuvent être corrigées par les rencontres ultérieures avec le même mot. (Ziegler et al 2014).

Quant à savoir comment les mots non-activés via la boucle phonologique seront intégrés dans le lexique, ce problème se pose essentiellement pour les langues opaques comme l'anglais où un assez grand nombre de mots présente des correspondances orthographe-son incohérentes ou ambiguës (Share 2008). De toute évidence, ce problème serait bien moindre dans les systèmes d'écriture transparents. Différentes études ont montré que le réseau de décodage phonologique permet d'apprendre jusqu'à 80% des mots. Les 20% restants seront appris par d'autres stratégies, par exemple l'apprentissage par cœur (Ehri, 1992). Par ailleurs, les mots irréguliers qui sont d'usage très fréquent (sept, hier, dix, hiver ...) pourront être facilement appris de manière explicite et supervisée à l'école primaire. Ce modèle a en outre l'intérêt d'offrir des hypothèses pour élaborer et évaluer (à travers des simulations) des séquences optimales d'apprentissage pour des programmes de lecture et d'intervention.

En résumé, la théorie d'auto-apprentissage accorde un rôle prépondérant aux traitements phonologiques dans l'établissement des connaissances orthographiques. Elle se rapproche en cela de nombreuses autres recherches qui mettent l'accent sur le rôle des traitements phonologiques dans l'apprentissage de la lecture (voir Chapitre II).

L'importance des traitements phonologiques dans l'apprentissage de la lecture est clairement établie et nombre de données confortent l'hypothèse d'auto-apprentissage. Néanmoins, d'autres théories d'apprentissage ont mis l'accent sur d'autres dimensions et ont, en particulier, insisté sur le rôle des

dimensions visuelles et visuo-attentionnelles dans l'apprentissage. C'est notamment le cas de la théorie du traitement automatique de l'information développée par Laberge et Samuels (1974).

2.2.4. Théorie de l'automatisme (LaBerge et Samuels, 1974)

Laberge et Samuels (1974) considèrent que la lecture exige le traitement d'unités orthographiques de plus en plus grandes : lettres, groupes de lettres (graphèmes longs ou syllabes) et enfin des mots (Laberge et Samuels, 1974). Ils proposent une théorie de l'automatisme qui explique comment l'on passe d'un traitement laborieux qui implique l'attention visuelle à un traitement « automatique », sans effort et sans attention.

Le concept d'automatisme a été largement appliqué à de nombreux domaines de la psychologie pour interpréter les différences de traitement observées. Dans le domaine du traitement de l'attention, il a été appliqué pour interpréter les effets de vitesse de traitement, de recherche visuelle et les effets d'interférence. Dans l'acquisition de compétences, il a été appliqué pour interpréter les changements de performance avec la pratique et le développement des connaissances procédurales (Anderson 1992; Logan 1992).

LaBerge et Samuels (1974) font l'hypothèse qu'une activité aussi complexe que la lecture, qui met en jeu des composantes multiples à mobiliser en un temps très court, implique nécessairement que la plus grande partie des procédures à appliquer soient automatisées. Selon les auteurs, le traitement de stimuli non connus implique la mobilisation de ressources attentionnelles. Si l'ensemble des unités en lecture demandait un traitement attentionnel, alors la tâche deviendrait impossible car les capacités attentionnelles disponibles seraient vite saturées. Ils font donc l'hypothèse que la plupart des composants impliqués à chaque étape de la lecture, et leur coordination, sont en grande partie automatisés. La grande originalité de leur modèle est d'expliquer comment l'attention intervient dans les différentes étapes qui permettent de passer de la séquence écrite au traitement du sens.

Ils postulent que l'apprentissage de la lecture repose sur différents niveaux de traitements, visuel, phonologique et sémantique et sur la mémoire épisodique. Selon Laberge et Samuels (1974), les capacités attentionnelles sont limitées et ne permettent pas de porter attention à beaucoup d'informations en même temps. Ainsi, si on admet que l'unité de traitement visuel est initialement le trait qui définit les unités caractéristiques des lettres, il ne serait pas possible lors du traitement d'un mot de porter attention à l'ensemble des traits correspondant à l'ensemble des lettres de la

séquence du mot. L'apprentissage consiste donc à créer des unités de taille de plus en plus grande et à automatiser le traitement de ces unités (voir Figure 11) .

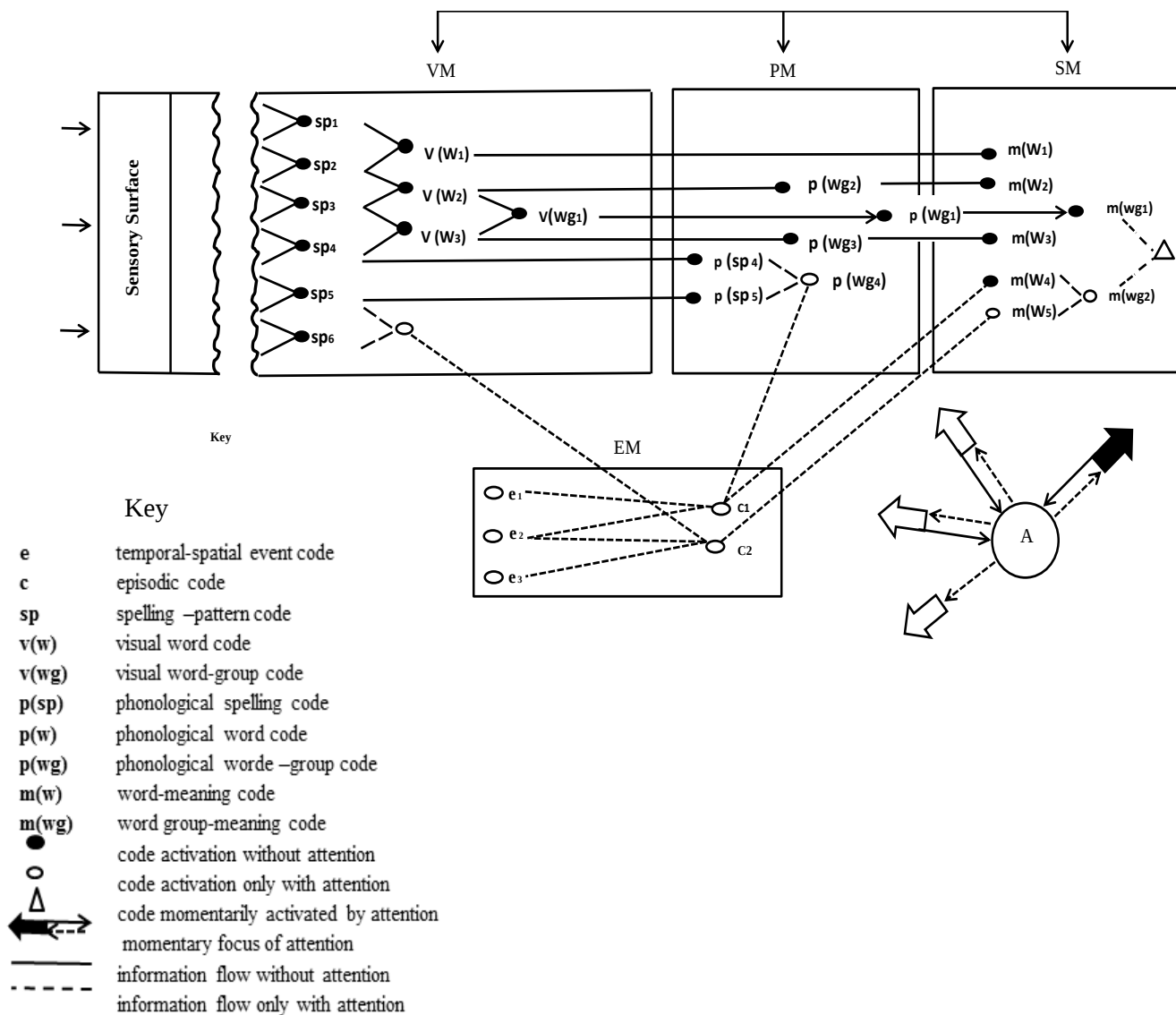


Figure 11. Le modèle théorique de LaBerge et Samuels (1974). Les représentations de certaines des nombreuses façons pour qu'un mot présenté visuellement soit lu (prononcé) et compris. Les quatre grandes étapes de traitement impliquent la mémoire visuelle (MV), la mémoire phonologique (MP), la mémoire épisodique (ME), et la mémoire sémantique (MS). L'attention (A) est centrée sur la compréhension momentanément dans MS, impliquant l'organisation de la signification des codes de deux mots-groupes. Les lignes pointillées correspondent aux opérations qui nécessitent l'attention.

L'attention joue un rôle fondamental dans la création des unités de taille supérieure. Initialement, l'attention est mobilisée pour traiter les traits visuels qui composent la lettre A par exemple, mais

les rencontres répétées de ces mêmes traits dans le contexte A conduit à créer une unité de rang supérieur, la lettre A. Cet apprentissage est incident (non conscient) mais libère l'attention pour l'apprentissage d'unités de rang supérieur. Ainsi, une fois l'unité A acquise, son traitement s'automatise et ne requiert plus d'attention. L'attention peut alors être mobilisée pour traiter des séquences comme A et N par exemple, qui conduiront à créer l'unité graphémique AN.

Dans le modèle de Laberge et Samuels, les niveaux visuels et phonologiques sont caractérisés par des unités de tailles différentes. Ainsi, le module visuel comprend des unités qui correspondent aux traits visuels, aux unités lettres, à des unités orthographiques plus larges comme les graphèmes ou syllabes et aux unités mots. Quand les unités mots ont été créées, le traitement du mot ne requiert plus l'attention, qui pourra alors se concentrer sur le traitement du sens. Ce fonctionnement s'applique de manière identique au module visuel et au module phonologique du modèle de Laberge et Samuels (1974). Le rôle de l'attention est donc crucial lors de l'apprentissage puisque l'attention permet la création de nouvelles unités de rang supérieur par activation des unités de rang inférieur qui composent ces unités. C'est la création d'unités plus larges traitées automatiquement qui libère l'attention pour des traitements d'ordre supérieur. L'attention est également requise pour créer les associations entre traitements visuel et phonologique au sein de la mémoire épisodique. De même la mémoire épisodique et le composant attentionnel participent initialement à la mise en relation des informations phonologiques et sémantiques mais cette association est censée s'être automatisée avant l'apprentissage de la lecture.

Le modèle de Laberge et Samuels (1974) est le seul modèle d'apprentissage de la lecture qui mette l'emphasis sur les processus attentionnels pour la construction des connaissances orthographiques. Ce modèle rejoint sur ce point le cadre théorique du modèle MTM (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998).

Dans la complexité des compétences permettant la compréhension théorique et pratique de la lecture, l'apprentissage de la structure orthographique et son utilisation par les lecteurs sont des faits saillants, étudiés au travers de tâches permettant la séparation d'une activité particulière à partir de composants aux effets connus en lecture courante. Pourtant, faire reposer sur cette structure les difficultés d'apprentissage est contesté par la comparaison des différents systèmes d'écriture des langues, dont les relations avec la structure et le traitement orthographique sont complexes. Par conséquent, une nouvelle conception théorique de la préparation à la lecture s'impose tant dans la recherche que dans l'enseignement. Les théories les plus récentes sur le processus de lecture sont multiples et comprennent les modèles de lecture experte qui semblent plus avantageux de ce point de vue : les modèles double-voie, à deux niveaux de traitement (directe et indirect), les modèles en triangle expliquant les interactions entre trois niveaux (sens, orthographique, phonologique), le modèle connexionniste de mémoire multi-traces montrant le traitement successif en mode global et analytique. Ces modèles ne sont pas compatibles avec la langue arabe, hors les quelques suggestions de modification qui ont pu être proposées dans le cadre du modèle en triangle. Les connaissances sont représentées par l'orthographe, la phonologie et les codes sémantiques connectés au sein d'un réseau global d'unités en interaction. En outre, l'objectif de l'apprentissage de la lecture est de faire en sorte que l'apprenti lecteur soit capable d'accéder au sens de ce qu'il est en train de lire. Ceci peut être retardé du fait qu'au début de l'apprentissage de la lecture, le lecteur débutant doit dédier une grande partie de son attention à des processus, qui par la suite vont s'automatiser, par exemple la reconnaissance des mots. Il existe plusieurs théories importantes dans ce contexte : le modèles à étapes établit trois étapes fondamentales d'apprentissage de la lecture (étape logographique, alphabétique, orthographique) ; le modèle en vagues est schématisé par des vagues); la théorie d'auto apprentissage accorde un rôle fondamental au recodage phonologique dans l'acquisition des connaissances lexicales orthographiques spécifiques aux mots. Il y a plusieurs propositions au sujet de ces théories. Une proposition a montré que quelques rencontres seulement avec le mot nouveau étaient suffisantes pour sa mémorisation. Dans une proposition concernant l'implémentation de l'auto-apprentissage, le réseau de conversion graphème-phonème (recodage phonologique) explicite des règles de conversion graphèmes-phonèmes en phase initiale. Un superviseur externe est nécessaire uniquement pour l'apprentissage d'un petit nombre de correspondances graphèmes-phonèmes, et pour le choix de certains mots sélectionnés pendant les premières étapes de l'apprentissage. Une autres proposition, relative à la théorie de l'automaticité, passe d'un traitement laborieux qui implique l'attention visuelle à un traitement « automatique », sans effort et sans attention. Ainsi ces théories sur les langues européennes semblent avoir des limites. Il n'y a aucune recherche pour appuyer ces théories en ce qui concerne la langue arabe.

CHAPITRE II

Chapitre II –

Les mécanismes cognitifs impliqués dans l'apprentissage de la lecture

Les recherches menées lors des dernières décennies sur l'apprentissage de la lecture ont permis d'identifier les mécanismes cognitifs qui sont indispensables à cet apprentissage. Comme précédemment, ces connaissances sont essentiellement issues d'études portant sur les langues européennes. Lorsque des données provenant d'études sur les langues sémitiques sont disponibles, celles-ci seront plus spécifiquement détaillées.

1. Rôle de la phonologie dans l'apprentissage de la lecture

1.1. Définition et développement de la conscience phonologique et phonémique

Une définition communément reconnue de la conscience phonologique est que ce terme renvoie à la sensibilité à la structure sonore du langage. La conscience phonologique est un terme large qui réfère à la capacité à identifier et manipuler les unités phonologiques qui composent les mots à l'oral. Ces unités peuvent être de tailles différentes incluant la syllabe ou les unités sous-syllabiques comme la rime ou l'attaque, ou encore correspondre aux plus petites unités de son que sont les phonèmes. Il est aujourd'hui admis que les enfants prennent très tôt conscience de l'existence des syllabes phonologiques. En fait, le développement de la conscience phonologique semble caractérisé par une sensibilité accrue avec le temps à des unités de plus en plus petites (Anthony et al., 2003). Ainsi, les enfants prennent conscience des unités syllabiques avant de pouvoir traiter les attaques et les rimes et l'identification des unités sub-syllabiques précède la prise de conscience des phonèmes. Cette succession semble similaire quelle que soit la langue. Ziegler et Goswami (2005) mentionnent que la conscience des unités syllabiques se développe vers 3 ou 4 ans alors que la conscience des attaques (e.g., le /pl/ de plaque) et des rimes (e.g., le /ak/ de plaque) apparaît autour de 4-5 ans. La conscience des unités larges comme la syllabe ou la rime précède donc l'apprentissage de la lecture et est donc indépendante de la connaissance du langage écrit. Par contre, le développement de la conscience phonémique est un processus difficile pour la plupart des enfants, qui peut même s'avérer très difficile pour certains (Adams, Foorman, Lundberg, et Beeler, 1998). Dans le meilleur des cas, la conscience phonémique commence à se développer avec l'entrée à l'école primaire, en lien avec l'apprentissage de la lecture (Adams,

1990; Goswami et Bryant, 1990 ; Stanovich, 1986). Le développement de la conscience phonémique est donc plus tardif et commence avec l'apprentissage explicite de la lecture et ce, quel que soit l'âge de début de cet apprentissage. Ce développement n'est pas fonction de la maturité ou du niveau de langage des enfants. Morais et collaborateurs (1979) ont d'ailleurs montré que les adultes illettrés n'ont pas la capacité de traiter les phonèmes à l'intérieur des mots, et ce même lorsque ces adultes sont des poètes qui maîtrisent parfaitement la langue orale (Morais, 1994).

Il est à présent clairement établi que la conscience phonologique et notamment la conscience phonémique joue un rôle important dans le processus d'apprentissage de la lecture.

1.2. Rôle de la conscience phonologique dans l'apprentissage de la lecture

D'une façon générale, la conscience phonologique est essentielle car elle prédit le degré d'achèvement futur dans le domaine de la lecture. Les enfants qui ont une faiblesse de la conscience phonologique avant le début de l'apprentissage de la lecture et ceux chez qui des faiblesses sont notées à la fin de la première année d'école, sont susceptibles de rencontrer des difficultés dans l'apprentissage de la lecture qui se manifestent encore en cinquième année, ceci est vérifié pour 25% à 40% des enfants à la fin de la première année de l'école. Vellutino et Scanlon (1987) ont indiqué que 75% des enfants qui avaient un faible niveau de compétences phonologiques en maternelle étaient en retard d'un semestre en lecture à la fin de la première année d'école primaire. De nombreuses études longitudinales ont montré que les capacités de conscience phonologique des enfants pré-lecteurs sont prédictives de leur réussite future en lecture (Sprenger-Charolles et al., 2003, 2005). Dans une étude récente, Camara Costa et al. (2013) ont suivi un groupe de 150 enfants de la grande section de maternelle à la 5^{ème} année (CM2). Ils ont proposé en maternelle des épreuves d'identification de rimes, de comptage syllabique et d'omission de syllabes et ont mesuré en primaire le niveau de lecture de texte et de mots des enfants. Les résultats montrent que les performances de conscience phonologique en grande section de maternelle sont prédictives de leur niveau ultérieur de lecture.

Dans le même ordre d'idée, un très grand nombre de recherches ont montré que la conscience phonémique prédit le niveau de lecture des enfants (voir Castles et Coltheart, 2004 pour une revue de question). La conscience phonologique peut être estimée à partir d'épreuves très différentes.

Toutes vont impliquer l'identification et la manipulation des unités sonores qui composent les mots parlés mais la taille de ces unités peut varier ainsi que le type de manipulation demandé (Stahl et Murray, 1994). La difficulté des épreuves varie ; ainsi, la suppression syllabique est plus difficile que les tâches d'assemblage de syllabes (Hulme, Hatcher, Nation, Brown, Adams et Stuart, 2002). Dans une étude, Anthony et Lonigan (2004; également Stahl, et Murray, 1994) ont mesuré les sept fonctions de la conscience phonologique chez des enfants parlant l'anglais à partir de la maternelle, première et deuxième année. Les chercheurs ont constaté que les tâches étaient toutes liées les unes aux autres très fortement mais que certaines tâches étaient plus adaptées pour mesurer la conscience phonologique à certaines étapes du développement d'un enfant. Par exemple, manipuler l'attaque et la rime est l'une des tâches relativement faciles qui est effectuée avec précision par les enfants qui ont maîtrisé les habiletés de traitement des syllabes phonologiques. Les chercheurs ont également constaté que l'identification et la manipulation des unités phonologiques de plus petites tailles dans des épreuves de suppression ou d'ajout d'unités phonologiques dans des pseudo-mots sont plus difficiles à maîtriser que le traitement de l'attaque et de la rime (Anthony, et Lonigan 2004; Stahl, et Murray, 1994). Parmi les épreuves métaphonologiques les plus utilisées, notons des épreuves d'omission de phonème (omettre le premier son d'un mot par exemple) et de décomposition phonémique (donner tous les sons qui composent un mot donné) ou des épreuves de fusion phonémique qui demandent au contraire de reconstruire le mot sur la base des sons individuellement produits par l'expérimentateur. Il est depuis longtemps établi que la capacité de lecture de mots est prédite par les capacités de traitements métaphonologiques : la capacité précoce à effectuer des jugements de rimes et d'allitération (MacLean, Bryant et Bradley, 1987), à segmenter des mots parlés en sons, à détecter le premier son d'un mot (Tunmer et Nesdale, 1985) ou à assembler les sons en mots (Perfetti, Beck, de Bell, et Hughes, 1987). On sait que de bonnes aptitudes phonologiques favorisent l'acquisition de la lecture, de même que, à l'inverse, l'apprentissage de la lecture améliore le traitement des phonèmes (Castles et Coltheart, 2004; Stanovich, 1986, pour une revue).

Le point de vue classique concernant la relation entre phonologie et apprentissage de la lecture est que les enfants qui réussissent bien aux tests de conscience phonologique sont prompts à comprendre les liens entre les phonèmes et les graphèmes (le principe alphabétique) et à utiliser cette connaissance des règles de correspondance lettre-son comme un dispositif d'auto-apprentissage (Share, 1995). Par conséquent, la lecture réussie dépendrait de l'apprentissage

explicite des associations entre les sons et les lettres, de l'application séquentielle de cette procédure et de la capacité à fusionner les unités sonores en une prononciation unique.

1.3. Le développement des compétences phonologiques selon les langues

Comme cela a été rappelé précédemment, la sensibilité aux différentes unités phonologiques se développe dans un ordre relativement stable, des unités les plus larges aux unités les plus petites et ce, quelle que soit la langue considérée. Cependant des différences sont observées au niveau de la performance des enfants selon la langue parlée. Ainsi, même si la conscience des syllabes se développe en maternelle, les performances dans les tâches de manipulation de syllabes sont plus élevées chez les enfants dont la langue est transparente par rapport à ceux dont la langue est opaque (Ziegler et Goswami, 2005). De la même façon, la conscience des phonèmes même si elle est peu développée en maternelle, l'est d'autant plus que la langue est plus transparente. Demont et Gombert (1996) indiquent que 2% des essais sont réussis par les enfants francophones alors que les performances sont de 27% en italien (Cossu, Shankweiler, Liberman, Katz, et Tola, 1988) et de 67% en turc (Durgunoglu et Oney, 1999). Donc, les comparaisons interlangues suggèrent que la valeur prédictive des compétences phonologiques sur la lecture est plus importante dans les langues opaques (Vaessen et al., 2010). Le pouvoir prédictif de la phonologie décroît fortement après la première année d'apprentissage dans les langues transparentes alors que la conscience phonémique continue à expliquer le niveau de lecture bien au-delà de la première année en langue anglaise (Georgiou, Torppa, Manolitsis, Lyytinen, et Parrila, 2010).. Dans une étude récente, Moll et collaborateurs (2014) ont étudié les capacités de traitement phonologique d'un très grand nombre d'enfants représentant de langues ayant des niveaux de transparence différents: anglais, français, allemand, Hongrois, finnois. Les enfants provenaient de différents niveaux de classe de la seconde (CE1) à la septième année (5^{ème}). Les résultats montrent que le niveau de conscience phonémique des enfants contribue à expliquer le score de lecture dans toutes les langues considérées, quel que soit leur degré de transparence. Par contre, le pouvoir prédictif de la conscience phonémique est relativement faible lorsque l'on considère la vitesse de lecture. La contribution de la conscience phonémique à la vitesse de lecture varie selon les langues et est d'autant plus forte pour les langues transparentes. Malgré ces différences il est globalement accepté que la conscience phonologique est prédictive du niveau futur de lecture et que les capacités de conscience phonémique contribuent à expliquer le niveau de lecture des enfants lecteurs. L'importance de la phonologie est reconnue dans

la plupart des langues. Cependant, la grande majorité des études dont nous disposons portent sur des langues alphabétiques.

Les données issues de langues non alphabétiques suggèrent que la contribution de la conscience phonémique à la lecture pourrait être relativement limitée dans ces langues. Les bilingues anglais-hébreu montrent par exemple des liens beaucoup plus forts entre conscience phonémique et lecture en anglais qu'en hébreu (Geva, Wade-Woolley, et Shany, 1993). En langue arabe, les enfants commencent à acquérir la conscience phonologique avec de grandes syllabes, par exemple le mot (صباح الخير) «Bonjour» composé de deux syllabes « s^ʕbaħ » et « alħar ». L'étape suivante est la conscience phonologique syllabique de mot. Par exemple, les enfants lisent le mot « saħab » «سحاب» composé de deux syllabes «حاب» «س» « sa » « ħab ». La conscience phonémique correspond à la capacité de segmenter les plus petites unités qui composent les syllabes, c.a.d. les phonèmes, comme prendre conscience que dans «بط» « canard », « bt^ʕ » se compose d'une unité sonore / ب / et / ط / . La conscience phonémique est fondamentale pour analyser précisément la séquence phonémique des mots et pouvoir ensuite relier chaque graphème au phonème correspondant (Muter et al., 1997; Stahl et Murray, 1994).

1.4. Autres dimensions phonologiques impliquées dans l'apprentissage de la lecture

L'acquisition de la lecture est liée aux trois composantes du processeur phonologique (voir Figure. 12) : la conscience phonologique, la vitesse d'accès au lexique linguistique et la mémoire phonologique (Perfetti, 1985; Wagner et al., 1994; Wagner et Torgesen, 1987; Wagner, Torgesen, Laughon,, Simmons et Rashotte, 1993).

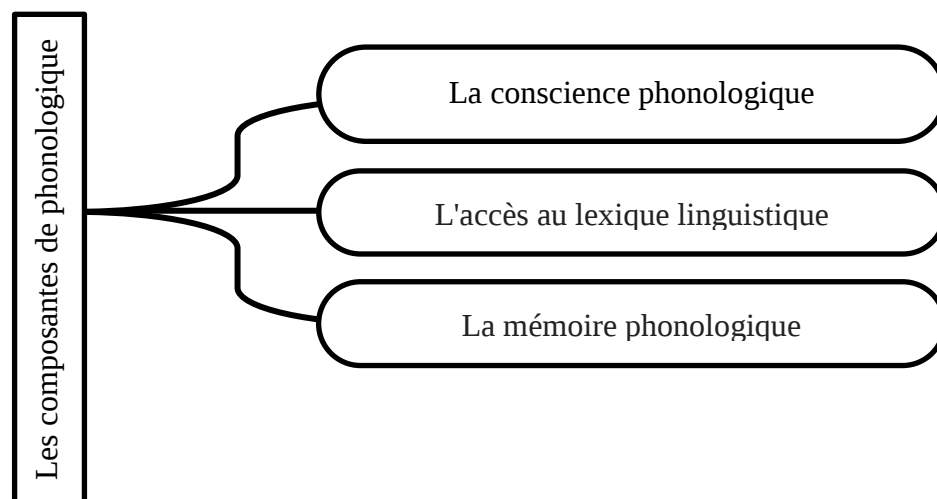


Figure.12. Les trois composantes de processeurs phonologiques

Nous avons vu précédemment l'importance de la conscience phonologique, notamment phonémique mais les capacités d'accès au lexique et de mémoire phonologique sont également importantes.

1.4.1. Accès au lexique phonologique

La capacité à récupérer les informations phonologiques stockées dans la mémoire à long terme est souvent considérée comme un autre processeur phonologique important. De nombreuses recherches montrent notamment un lien entre les capacités de dénomination rapide (RAN : Rapid Automated Naming) et l'apprentissage de la lecture. Les capacités de dénomination rapide sont mesurées dans des épreuves où des séries de chiffres, lettres ou couleurs doivent être dénommées le plus rapidement possible (Denckla et Rudel, 1976). En général, on choisit une série de 5 items qui sont présentés 10 fois chacun dans un ordre aléatoire. Il s'agit pour l'enfant de dénommer les 50 items le plus rapidement possible. L'expérimentateur note le temps de dénomination de chaque enfant. Il est classiquement observé que la performance sur ce type d'épreuves corrèle avec la performance en lecture, notamment le temps de lecture (Brizzolara, Chilosi et Cipriani, 2006 ; Swanson, Trainin, Necochea et Hammill, 2003). Les performances en dénomination rapide sont régulièrement interprétées comme reflétant la rapidité d'accès au lexique phonologique ou la vitesse d'activation en mémoire des informations phonologiques correspondant au nom des items à dénommer (Decker, Roberts et England, 2013). Il est également admis que la composante phonologique mesurée diffère des capacités de conscience phonémique. En effet, les capacités de conscience phonémique et les capacités de dénomination rapide sont souvent peu ou pas corrélées, suggérant des mécanismes sous-jacents différents. Enfin, les études de régressions montrent que la dénomination rapide rend compte des performances de lecture au-delà de ce qui peut être expliqué par la conscience phonémique (Manis, Seidenberg et Doi, 1999).

La littérature scientifique s'accorde à dire que la performance en dénomination rapide est associée à la performance en lecture. Néanmoins, les mécanismes sous-jacents à la tâche restent largement discutés ce qui rend difficile l'interprétation du lien entre dénomination rapide et lecture. Wolf et Bowers (1999) ont proposé un modèle des processus cognitifs en jeu dans cette tâche. Ce modèle pointe le nombre très important et la variété des processus impliqués. En effet, non seulement des processus visuels et visuo-attentionnels sont en jeu pour le traitement de la séquence visuelle à

traiter mais également des traitements sémantiques (catégorisation et identification des items) et phonologiques (accès aux représentations phonologiques) ou encore des processus moteurs liés à l'articulation rapide des items. On peut rajouter à cela les processus oculomoteurs liés au balayage de la ligne à traiter et au retour à la ligne suivante. La tâche fait également appel à des mécanismes de contrôle cognitif pour notamment inhiber le nom des stimuli concurrents lors de la dénomination d'un item donné. Deux études à grande échelle ont été menées visant à mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à la dénomination rapide qui sont en lien avec la lecture. La première (Powell, Stainthorp, Stuart, Garwood et Quinlan, 2007) a porté sur un échantillon de 1010 enfants de 7 à 10 ans. Les auteurs se sont surtout interrogés sur les liens entre les performances des enfants en dénomination rapide et leurs performances dans des épreuves phonologiques (conscience phonémique et mémoire de travail). Les résultats montrent que les performances en dénomination rapide sont relativement indépendantes à la fois des capacités de conscience phonémique et de mémoire de travail. Les auteurs concluent que ce sont probablement des mécanismes non phonologiques qui sont responsables des liens entre dénomination rapide et lecture.

La seconde étude (Decker, Roberts et Englund, 2013) a porté sur 1307 enfants de 5 à 12 ans. L'étude a examiné les corrélats cognitifs de la dénomination rapide avec une batterie complète de mesures cognitives. Les résultats principaux de cette étude sont 1. à nouveau de montrer l'indépendance entre dénomination rapide et conscience phonologique et 2. de montrer que la vitesse de récupération lexicale est le prédicteur le plus stable de la performance en RAN à travers les différents niveaux d'âge. Néanmoins, d'autres compétences cognitives participent à expliquer les performances en dénomination rapide mais ses compétences diffèrent selon l'âge de développement des enfants. Globalement, même si le lien entre dénomination rapide et apprentissage de la lecture est conforté par de nombreuses études, les mécanismes en jeu dans la tâche de dénomination rapide restent difficiles à identifier, d'autant plus si ces mécanismes varient avec l'âge.

1.4.2. La mémoire de travail phonologique

La mémoire de travail phonologique est une autre dimension impliquée dans le processus de lecture. Selon Baddeley (1986), la boucle phonologique en mémoire de travail a une double fonction. La première est d'assurer le stockage temporaire des informations en les conservant sous forme phonologique. La seconde est d'effectuer un traitement sur l'information mémorisée (Baddeley, Gathercole et Papagno, 1998; Swanson et al, 2002)..

La mémoire de travail serait plus particulièrement impliquée dans la procédure analytique lors de la lecture des mots nouveaux. En effet, ce type d'items implique un traitement séquentiel analytique des unités qui composent le mot. Chaque unité orthographique est successivement associée à l'unité phonologique correspondante et les unités phonologiques successivement générées doivent être maintenues en mémoire jusqu'à la fin de l'analyse de la séquence orthographique. Il y a donc maintien en mémoire des informations phonologiques successivement générées puis fusion de ces informations pour produire la séquence phonologique complète du mot en fin de traitement. Un composant de mémoire de travail phonologique est ainsi postulé comme composant de la procédure analytique aussi bien dans le modèle double-voie (Coltheart et al., 2001 ; Perry et al., 2007) que dans le modèle MTM (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998).

Néanmoins les données expérimentales à l'appui de l'intervention de la mémoire à court terme phonologique dans l'apprentissage de la lecture ne sont pas consensuelles (Savage, Carless, et Ferraro, 2007). Un grand nombre de recherches ont mis en évidence des relations significatives entre mémoire de travail et lecture de mots ou pseudo-mots. Ce type de relation a également été décrit en langue arabe (Abu Rabia et Siegel, 2002). Les auteurs ont en général conclu que la mémoire de travail phonologique est un processus crucial pour l'apprentissage de la lecture (Gathercole et Baddeley, 1993; Perfetti, 1985). Cependant, la plupart des études longitudinales menées chez des enfants pré-lecteurs suivis sur plusieurs années n'ont pas permis de montrer que la mémoire de travail phonologique était un prédicteur de la performance future en lecture indépendamment des autres aptitudes phonologiques, et notamment de la conscience phonologique (Savage et al., 2007 pour une revue). A noter cependant que des liens semblent effectifs entre les capacités de mémoire de travail phonologique et les capacités de compréhension en lecture de texte (Carretti et al., 2009 ; Swanson et al., 1999).

2. Rôle de l’empan visuo-attentionnel (VA) dans l’apprentissage de la lecture.

2.1. Des épreuves pour mesurer l’empan VA

Comme cela a été précisé dans le chapitre I, la notion d’empan VA dérive du modèle multitraces de lecture (Ans et al., 1998). L’empan VA correspond chez l’humain au composant appelé fenêtre visuo-attentionnelle dans le modèle MTM. Il se définit comme le nombre d’éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément dans une configuration de plusieurs éléments (Bosse et al., 2007). En lecture, l’empan VA correspond donc au nombre d’unités orthographiques distinctes que l’enfant peut traiter en une seule fixation. Deux tâches sont classiquement utilisées pour mesurer l’empan VA : les tâches de report global et partiel de lettres (Bosse, Tainturier, et Valdois, 2007). Dans la tâche de report global, une séquence de 5 consonnes (par exemple : R S T D H) est présentée sur l’écran pendant 200 ms. Immédiatement après disparition de la séquence, on demande au participant de donner verbalement le nom des lettres qu’il a pu identifier. L’épreuve de report partiel est très similaire, mais après présentation de la séquence des 5 consonnes, une barre verticale est présentée à l’écran sous une des lettres. Cette barre indique la position de la lettre qui doit être dénommée. Ces tâches répondent aux critères permettant de mesurer l’empan VA. Toutes deux requièrent de traiter plusieurs informations en même temps. En effet, même dans la tâche de report partiel, l’enfant doit traiter l’ensemble des lettres de la séquence au moment de sa présentation puisqu’il ne sait pas à l’avance quelle sera la position indiquée et donc la lettre à dénommer. Le traitement est parallèle du fait de la limitation de la durée de présentation à 200ms. Il est possible de réaliser des saccades express durant un délai de 200ms mais il n’est pas possible de faire une saccade et reprendre de l’information sur la séquence dans un temps aussi court. Ces épreuves mesurent donc bien les capacités de traitement simultané de plusieurs lettres.

Par ailleurs, les séquences ont été constituées de façon à n’inclure aucun bigramme fréquents (comme PH ou TR) et aucun sigle existant en français (comme SNCF) de façon à ce que le fait d’identifier une des lettres de la séquence n’aide pas à la reconnaissance des autres lettres. De plus, les séquences ne correspondent jamais au squelette consonantique d’un mot (comme SRPNT pour serpent) parce que l’on sait que ce type de séquence active le mot correspondant en mémoire et pourrait donc faciliter l’identification et le rappel des consonnes. Enfin, ces tâches sont toujours présentées avec une épreuve contrôle de seuil d’identification de lettres isolées qui permet d’évaluer

les capacités d'identification des lettres lorsque celles-ci sont présentées isolément. Dans la mesure où l'empan visuo-attentionnel correspond aux capacités de traitement simultané de plusieurs éléments, il faut s'assurer que les performances sur les épreuves de report global et partiel des enfants ne sont pas le simple reflet de leurs capacités de traitement des lettres isolées.

Cependant, l'empan VA n'est pas spécifique au traitement des séquences de lettres. La plupart des études portant sur l'empan VA ont utilisé des lettres, mais des épreuves de report de chiffres ont également été proposées (Ziegler et al., 2010 ; Valdois et al., 2012) montrant des résultats équivalents pour ces deux types de séquences. D'autres recherches ont utilisé des épreuves de comparaison de séquences de lettres qui n'impliquent pas de report verbal des items (Reilhac, Peyrin, Démonet et Valdois, 2013). D'autres encore proposent des épreuves de catégorisation qui ne demandent pas de report verbal et peuvent impliquer du matériel non connu et non verbalisable (Lobier et al., 2011). Ces études montrent des résultats similaires que les tâches utilisent du matériel alphanumérique ou non et quelle que soit leur nature (report verbal, catégorisation, comparaison). Les épreuves de report de lettres restent cependant les plus simples à mettre en œuvre et les plus utilisées.

2.2. Rôle de l'empan VA dans le développement de la procédure globale de lecture

La plupart des études qui considèrent les liens entre empan VA et apprentissage de la lecture ont été menées dans le contexte des dyslexies développementales et seront à ce titre présentées dans la section suivante (Chapitre III). Néanmoins quelques études ont été conduites chez les enfants tout venants. Ces études suggèrent que l'empan VA joue un rôle dans le développement de la procédure globale de lecture. La procédure globale repose sur l'activation en mémoire de connaissances mémorisées sur l'orthographe spécifique des mots. Cette procédure est notamment indispensable au traitement des mots irréguliers (comme « monsieur » ou « sept »). Par ailleurs, les mots même réguliers sont lus plus vite lorsque leur traitement repose sur la procédure globale de lecture. Ainsi, la performance en lecture de mots irréguliers et la vitesse de lecture des mots sont deux indicateurs du développement de la procédure globale. Des études ont montré que l'empan VA est relié à ces deux types de mesures. Bosse et Valdois (2009) ont mené une première étude sur des enfants de CP, CE2 et CM2 dont le niveau de lecture de mots (score et temps), les capacités de traitement

phonologique et les capacités d'empan VA ont été mesurées. Les résultats des analyses réalisées montrent que les capacités d'empan VA contribuent à expliquer les performances de lecture dès le CP et tout au long du primaire. Cette relation est indépendante des capacités phonologiques des enfants et de leur niveau de développement cognitif (QI). De façon particulièrement intéressante, cette étude montre un lien privilégié, soutenu et stable dans le temps, entre empan VA et score en lecture de mots irréguliers. Elle montre également que les capacités d'empan VA prédisent la vitesse de lecture sur tous les types d'items. Ces résultats montrent donc bien que l'empan VA contribue à expliquer à la fois les capacités de lecture de mots irréguliers et la vitesse de lecture, suggérant un rôle dans le développement de la procédure globale de lecture. Une autre étude (Lobier et al., 2012) s'est plus spécifiquement focalisée sur la vitesse de lecture. Elle a porté sur des enfants de CE2 et montre un lien entre empan VA et vitesse de lecture de texte. Récemment, une équipe hollandaise a mesuré les capacités de traitement phonologique, d'empan VA et de dénomination rapide (RAN) d'enfants de CE1 et s'est demandée lequel de ces facteurs prédisait les effets de longueur en lecture de mots et de pseudo-mots (Van den Boer et al., 2013). Les items à lire étaient composés de 3, 4 ou 5 lettres. Les résultats montrent un effet de longueur pour les mots et pour les pseudo-mots. L'effet de longueur est expliqué par les capacités de traitement phonologique des enfants et par leurs capacités d'empan VA mais il est indépendant de leurs performances en dénomination rapide. Il est largement admis que l'effet de longueur est un troisième marqueur de l'efficacité de la procédure globale en tout cas dans le cas des mots. Si les mots sont mémorisés et connus de l'enfant, alors ils sont lus aussi bien et aussi vite quelle que soit leur longueur. Au contraire, des effets de longueurs massifs sont observés en début d'apprentissage avant le développement des connaissances lexicales en mémoire. Le lien mis en évidence dans l'étude de van den Boer et al. (2013) suggère donc un lien entre capacités d'empan VA et développement de la procédure globale de lecture.

Récemment une étude longitudinale suggère que ce lien est bien de nature causale (Bosse, Roulin et Valdois, soumis). Dans cette étude 120 enfants tout venants ont été suivis sur deux ans de la dernière année de maternelle au CP. Plusieurs compétences connues pour influencer l'apprentissage de la lecture ont été mesurées en maternelle : les capacités de conscience phonologique des enfants, leur connaissance du son et du nom des lettres, leurs capacités de mémoire phonologique. Les auteurs ont également mesuré l'empan VA en maternelle par le biais d'épreuves de report global et partiel de chiffres. Ils ont aussi évalué les connaissances en lecture des enfants pré-lecteurs de façon

à tenir compte de l'influence du milieu familial. Les résultats montrent comme dans la plupart des études longitudinales menées jusqu'ici que la conscience phonologique et la connaissance du nom des lettres sont des prédicteurs des capacités précoces de lecture et de la connaissance du son des lettres. Le résultat le plus important de ce travail est cependant de montrer que l'empan VA, tel qu'évalué par le biais des tâches de report de 4 chiffres présentés en séquence, est un prédicteur indépendant des performances de lecture une année plus tard. Un autre résultat important est que ce lien se retrouve dans toutes les mesures de vitesse de lecture (lecture de textes et de mots irréguliers) mais pas lorsqu'il s'agit de prédire le score en lecture de mots. Cette étude montre donc d'une part la nature causale du lien entre empan VA et apprentissage de la lecture d'autre part l'existence d'un lien privilégié entre empan VA et vitesse de lecture, suggérant un rôle spécifique de l'Empan VA dans le développement de la procédure globale de lecture.

2.3. Rôle de l'empan VA dans le développement de la procédure analytique de lecture.

La procédure analytique de lecture est directement impliquée dans le traitement des mots nouveaux et des pseudo-mots. L'étude de Bosse et Valdois (2009) a montré que l'empan VA prédit le score et la vitesse de lecture des pseudo-mots. Cette relation est notamment forte en CP puis tend à décroître du CP au CM2. De la même façon, van den Boer et al. (2013) montrent que les capacités d'empan VA des enfants de CE1 prédisent les effets de longueur en lecture de pseudo-mots également. Enfin, l'étude longitudinale précitée (Bosse et al., soumis) montre également que l'empan VA évalué en dernière année de maternelle prédit la vitesse de lecture des pseudo-mots un an plus tard, mais pas le score en lecture de pseudo-mots qui est exclusivement prédit par les compétences phonologiques des enfants en maternelle et leurs connaissances précoces en lecture. L'ensemble de ces résultats suggère donc un lien entre empan visuo-attentionnel et vitesse de lecture des pseudo-mots.

Ce lien peut s'expliquer dans le cadre du modèle MTM dont les simulations ont notamment montré que la taille de la fenêtre attentionnelle (l'équivalent dans le modèle de l'empan VA) affectait le traitement des unités orthographiques longues (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998). Un empan VA limité permet de traiter les lettres isolées et les graphèmes courts en une seule fixation mais le traitement des unités plus longues comme les syllabes demande des capacités suffisantes d'empan

VA. On peut donc s'attendre à ce qu'un enfant qui dispose de bonnes capacités d'empan VA soit plus apte à reconnaître d'emblée les unités orthographiques les plus longues qui composent un pseudo-mots alors qu'un empan VA plus limité conduira à traiter des unités de plus petite taille. Dans les deux cas, la lecture du pseudo-mot peut être préservée mais le temps de lecture sera d'autant plus court que les unités prises en compte lors du traitement sont plus longues.

Plusieurs opérations cognitives ont été identifiées comme mécanismes de base pour l'apprentissage de la lecture.

Le premier mécanisme abordé par les recherches scientifiques est la conscience phonologique, définie comme la connaissance consciente et explicite que les mots du langage sont formés d'unités plus petites, à savoir les syllabes et les phonèmes. La conscience phonologique contribue à expliquer le processus d'apprentissage de la lecture, en jouant notamment un rôle fondamental dans les correspondances entre les phonèmes et les graphèmes. Les recherches ont montré l'importance de ce mécanisme quelle que soit la langue. De plus, le développement de la conscience phonémique est plus tardif et commence avec l'apprentissage explicite de la lecture et ce, quel que soit l'âge de début de cet apprentissage. Le rôle de la conscience phonologique sera abordé dans notre deuxième étude (Etude II) aux fins de connaître l'hétérogénéité entre profils cognitifs dans les types de dyslexies.

Les données récentes de la recherche ont indiqué que, au cours du processus de lecture, l'autre facteur qui joue un rôle essentiel est l'empan visuo-attentionnel (VA). Il se définit comme le nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément dans une configuration de plusieurs éléments. Autrement dit, l'empan VA correspond donc au nombre d'unités orthographiques distinctes que l'enfant peut traiter en une seule fixation. La séquence orthographique du mot doit faire l'objet de traitements spécifiques pour être correctement identifiée. L'empan VA joue un rôle dans les deux procédures de lecture globale et analytique. De plus, l'empan VA contribue à expliquer à la fois les capacités de lecture de mots irréguliers et la vitesse de lecture, suggérant un rôle dans le développement de la procédure globale de lecture et dans l'évaluation de la vitesse de lecture des pseudo-mots. Le rôle de l'empan VA sera l'objet de notre première et deuxième étude (Etude I et II), aux fins de connaître la relation entre l'attention visuelle et la vitesse de la lecture dans des langues non-européennes telles que la langue sémitique.

CHAPITRE III

Chapitre III :

Les dyslexies développementales

1- Généralités

1.1. Définition du terme dyslexie

Les cent dernières années ont vu se développer une expansion considérable de l'importance de la recherche dans le domaine de la dyslexie. Les recherches étaient multiples, allant des recherches sur les origines génétiques possibles de la dyslexie à l'étude des différences neurologiques entre cerveaux dyslexiques et non dyslexiques, en passant par les recherches portant sur l'identification des origines cognitives des troubles dyslexiques (comme le déficit visuel ou le trouble de la conscience phonologique).

La dyslexie est un terme souvent mal compris, source de confusion par rapport à l'ensemble des problèmes de lecture. Etymologiquement, le mot dyslexie est composé de deux parties distinctes: « dys » signifiant absent ou difficile, et « lexie » signifiant mots, lecture, ou langue. Donc, littéralement, la dyslexie signifie la difficulté avec les mots (Catts et Kamhi, 2005). Classiquement, on distingue les dyslexies acquises des dyslexies développementales. La dyslexie développementale est l'un des différents troubles des apprentissages mais n'est pas synonyme de troubles de l'apprentissage en général (Lyon 1995). Elle est définie comme un trouble durable de l'apprentissage du langage écrit, en dépit de capacités intellectuelles normales, d'une absence de troubles psychiatriques ou neurologiques, d'un milieu socio-culturel normalement stimulant et d'une scolarisation adéquate (voir rapport INSERM, 2011). La dyslexie acquise quant à elle se manifeste suite à une lésion cérébrale chez des personnes qui avaient préalablement appris à lire normalement.

Même si le terme de dyslexie développementale renvoie à des difficultés de lecture, toutes les difficultés de lecture ne correspondent pas à une dyslexie. La dyslexie est un trouble qui se manifeste chez des enfants que rien ne prédisposait à rencontrer de telles difficultés puisqu'ils sont d'intelligence normale, vont régulièrement à l'école, présentent une motivation normale pour les apprentissages et évoluent dans un environnement familial suffisamment stimulant.

Dans la CIM-10 (Classification Internationale des Maladies, 1993), le trouble est considéré comme un trouble spécifique du langage écrit qui se caractérise par :

1. La note obtenue à une épreuve standardisée d'exactitude ou de compréhension en lecture se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge et de l'intelligence générale de l'enfant. L'évaluation des performances en lecture et du QI doit se faire avec des tests administrés individuellement et standardisés en fonction de la culture et du système scolaire de l'enfant.
2. Il existe des antécédents de difficultés sévères en lecture ou les résultats aux tests ont répondu au critère 1 à un âge antérieur. Les résultats obtenus sur un test d'orthographe se situent à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge et de l'intelligence générale de l'enfant.

Selon le DSM-V (Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders, 2013), le terme de Dyslexie renvoie à un trouble spécifique d'apprentissage qui ne résulte ni de troubles sensoriels primaires, ni d'un déficit intellectuel, ni de troubles neurologiques ou mentaux, ni d'une scolarisation inadéquate ou de conditions psycho-sociales défavorables. S'ajoute à cela un critère de handicap : le trouble doit interférer significativement avec les performances scolaires ou les activités de la vie quotidienne. Les symptômes pris en compte sont les suivants :

- Lecture de mots inexacte, lente ou exigeant de l'effort (par exemple, l'enfant lit à voix haute les mots simples de manière incorrecte ou lentement ou en hésitant, souvent il devine les mots).
- Difficulté à comprendre le sens de ce qui est lu (par exemple, l'enfant peut lire le texte avec précision, mais il ne comprend pas la séquence, les relations, les déductions, ou les significations plus profondes de ce qui est lu).
- Des difficultés avec l'orthographe (par exemple, les enfants peuvent ajouter, omettre ou substituer des voyelles ou des consonnes).
- Des problèmes d'expression écrite
- Un trouble persistant. Le critère de durabilité des troubles permet notamment de distinguer les troubles dyslexiques d'un simple retard d'apprentissage.

La dyslexie développementale touche environ 5% des enfants et est définie comme une difficulté spécifique de l'apprentissage de la lecture en l'absence de toute cause évidente (comme un faible niveau d'intelligence générale, le manque d'accès à l'éducation, de motivation), ou de toute

déficience neurologique ou handicap sensoriel (Valdois, 2010). La dyslexie se manifeste à des degrés divers dans de nombreux pays utilisant différentes langues à l'écrit, l'anglais écrit s'avérant particulièrement difficile (Paulesu et al 2001). On distingue classiquement différents sous types de dyslexies développementales :

- La dyslexie phonologique est un terme utilisé par les neuropsychologues pour décrire des déficits qui affectent la lecture des pseudo-mots plus sévèrement que la lecture des mots familiers. Cette perturbation a été décrite chez les lecteurs adultes experts à la suite de lésions cérébrales. Des formes développementales ont également été rapportées chez l'enfant en l'absence de lésions cérébrales (Temple et Marshall, 1983).
- Dans la dyslexie de surface, l'enfant déchiffre bien les mots, dans la mesure où ils sont composés de syllabes régulières (m et a = ma). Il n'a pas de difficulté pour associer une graphie à un son. En revanche, il ne mémorise pas ou peu l'orthographe des mots entiers (phare, chorale, maintien par exemple). La lecture des mots irréguliers est particulièrement difficile et conduit à des erreurs. La lecture est lente, car l'enfant procède toujours en décomposant les mots par segments. L'accès au sens est perturbé, car l'enfant ne saisit pas les nuances induites par l'orthographe (Coltheart et al, 1983).
- Dans les dyslexies dites « mixtes », les deux types de troubles sont combinés. Il existe des difficultés de décodage des mots nouveaux et un trouble de la mémorisation des mots entiers qui se traduit par des difficultés en lecture de mots irréguliers et une lenteur en lecture sur tous les types d'items.

Les manifestations de la dyslexie varient selon les langues, et cela n'est pas indépendant de la langue (Everatt et Elbeheri, 2007). Concernant l'Irak, en plus de l'absence d'études empiriques sur la dyslexie développementale, il y a un manque de publications sur les systèmes éducatifs et la distinction n'est en général pas faite entre difficultés d'apprentissage de la lecture en général et dyslexie en particulier. Par conséquent, nous nous concentrerons sur la documentation disponible plus généralement dans les pays arabophones.

L'intérêt pour les diagnostics de dyslexie développementale dans les différentes collectivités culturelles a augmenté chez les chercheurs, en particulier après l'émergence des études inter-langues en Europe. Les chercheurs arabes se sont intéressés à leur tour au domaine de la dyslexie, en ayant pour but de poser des diagnostics appropriés en fonction du type de déficit en

arabe et de proposer des mécanismes de soutien appropriés. Il y a quelques diagnostics disponibles en arabe, en ce qui concerne la dyslexie phonologique (Hamza, 2008). Cependant la plupart des études empiriques concernant la dyslexie dans la langue arabe se sont focalisées sur la dualité linguistique (Abu Rabia, 2000 ; Ayari, 1996), à savoir d'une part la transparence orthographique et le rôle des diacritiques et, d'autre part, les effets des voyelles sur la précision de la lecture (Abu Rabia, 1998, 1999, 2007 ; Azzam, 1993; Elbeheri et Everatt, 2007). À cet égard, ces études ont révélé une concordance avec la recherche occidentale en termes de fréquence et de causes de la dyslexie en arabe.

1.2. Les premières hypothèses quant à l'origine du trouble

La dyslexie développementale affecte la capacité à lire, et à écrire et, de façon plus subtile, celle de communiquer. Bien que tout aussi intelligent que les autres enfants de sa classe, un élève souffrant de dyslexie peut passer cinq fois plus de temps pour faire ses devoirs (Gayan, Forsberg, et Olson, 1994; Wolf et Bowers., 1999) . Kussmaul (1877) avait initialement proposé le terme de «word blindness ou caecitas verbalis» donc cécité verbale congénitale pour qualifier les troubles sévères d'apprentissage de la lecture, introduisant ainsi l'analogie visuelle. Déjerine (1892) déduit que des lésions dans les parties médianes et inférieures du lobe occipital gauche pourraient conduire à la dyslexie acquise, et que les fibres reliant les lobes occipitaux sont également importantes. Dans la langue anglaise, il est largement admis que le premier cas de dyslexie a été noté par Pringle Morgan, un médecin, dans un article paru dans le British Medical Journal en 1896. Morgan continue à utiliser la métaphore visuelle, et parle de «cécité verbale congénitale», tandis que Hinshelwood (1917) définit la cécité verbale congénitale comme un état pathologique causé par un trouble des centres visuels du cerveau, ce qui produit la difficulté à interpréter le langage écrit. Morgan (1896) a diagnostiqué le premier cas de "cécité verbale congénitale » il y a plus de cent ans. L'hypothèse d'un trouble visuel responsable des difficultés sévères d'apprentissage de la lecture est donc la première qui ait été proposée.

Une autre hypothèse ancienne et populaire concernant l'origine des troubles dyslexiques est l'hypothèse d'une dominance hémisphérique particulière chez les dyslexiques. Cette hypothèse hémisphérique s'inscrit dans la lignée de l'hypothèse visuelle. Elle a été proposée par Orton (1925). Selon cette théorie, les dyslexiques "voient" les lettres et les mots dans le sens inverse

(par exemple, p pour q, d pour b, was pour saw (en anglais). Selon Orton qui est particulièrement impressionné par ces lettres et mots inversés, les images des lettres sont stockées dans les deux hémisphères, mais celles de l'hémisphère non dominant (généralement le droit) sont des images en miroir de celles de l'hémisphère opposé. Il pensait que les inversions de lettres et de mots dans la lecture et l'écriture étaient dues à une dominance cérébrale retardée, qui entraînait l'échec de suppression des images de lettres "inversées" dans l'hémisphère non dominant.

La dyslexie est un trouble complexe et il y a beaucoup de débat, non seulement en ce qui concerne sa définition, mais aussi ses causes profondes. Depuis près d'un demi-siècle, un ensemble considérable de données comportementales ont été collectées qui soutiennent l'hypothèse d'un déficit phonologique à l'origine du trouble dyslexique. Selon cette hypothèse, des difficultés d'identification et de segmentation des phonèmes au sein de la chaîne parlée empêcheraient la mise en relation des graphèmes et des phonèmes ce qui serait à l'origine du trouble de la lecture et de l'orthographe observé chez les enfants dyslexiques (Ramus et al., 2003). Cette hypothèse se fonde sur nombre de données expérimentales qui montrent que les capacités de traitement phonologique (en particulier de décodage phonologique) sont un facteur de distinction majeur entre enfants dyslexiques et non-dyslexiques (Bruck, 1993; Rack et al, 1992; Reid, 2009 ; Snowling, 2000).

Bien que la plupart de la littérature sur les causes de la dyslexie soutienne un déficit sous-jacent de traitement phonologique (Farmer et Klein, 1995; Fletcher et al., 2004 ; Ramus, Rosen et al., 2003), il est maintenant largement admis que des anomalies de bas niveau du traitement visuel peuvent également exister (Livingstone, Rosen, Drislane, et Galaburda 1991 ; Stein et Walsh, 1997) ainsi que des troubles de l'attention visuelle (Bosse et al., 2007; Facoetti., Lorusso., Paganoni., Pezzani. et Molteni, 2006; Valdois et al., 2009). Nous abordons ces différentes théories dans la section suivante.

2- Les différentes théories explicatives des troubles dyslexiques

2.1. La théorie phonologique

2.1.1. Données à l'appui de la théorie phonologique

Le point de vue classique concernant la relation entre la phonologie et l'apprentissage de la lecture, c'est que les enfants qui réussissent bien aux tests de conscience phonologique sont prompts à comprendre les liens entre les phonèmes et les graphèmes (le principe alphabétique) et à utiliser cette connaissance des règles de correspondance lettre-son comme un dispositif d'auto-apprentissage (Share, 1995). Il en découle que des enfants qui présentent un déficit phonologique qui les empêche d'identifier les phonèmes à l'intérieur des mots vont avoir beaucoup de mal à apprendre à lire.

Certains théoriciens soutiennent que les troubles de la lecture dans les dyslexies sont directement et exclusivement causés par un déficit cognitif qui est spécifique à la représentation et au traitement des sons de la parole: c'est la théorie phonologique (voir Figure 13). Cette hypothèse est également la mieux documentée (e.g. Frith, 1997; Ramus et al., 2003 ; Ramus et Szenkovits, 2008 ; Snowling, 1997, 2000). Elle découle du fait que les personnes souffrant de dyslexie ont tendance à avoir de mauvais résultats aux tests qui mesurent leur capacité à décoder des mots dépourvus de sens en utilisant les règles classiques de conversion graphème-phonème (Vellutino, Fletcher, Snowling et Scanlon, 2004 ; Wagner et Torgesen, 1987).. Au niveau du cerveau, ce déficit cognitif pourrait découler d'un dysfonctionnement congénital de certaines régions corticales impliquées dans la phonologie et la lecture. D'autres chercheurs s'accordent avec l'idée d'un déficit phonologique, mais le voient comme secondaire à une déficience auditive plus primaire (Goswami, 2014 ; Ramus et al., 2003).

La théorie phonologique postule que les dyslexiques ont une déficience spécifique dans la représentation, le stockage et/ou la récupération de la forme sonore des mots. Si les sons (ou phonèmes) sont mal représentés, stockés ou récupérés, l'apprentissage des correspondances graphèmes-phonèmes qui est le fondement même de la lecture dans les systèmes alphabétiques, sera affecté en conséquence (Bradley et Bryant, 1978; Brady et Shankweiler, 1991; Snowling, 1981; Vellutino, 1979). Alors que les théoriciens ont des vues différentes sur la nature des problèmes phonologiques, ils sont d'accord sur le rôle central et causal de la phonologie dans la

dyslexie. La théorie phonologique postule donc un lien direct entre déficit phonologique et problème d'apprentissage de la lecture. La mauvaise performance des individus dyslexiques a été assez systématiquement démontrée dans les trois grands domaines impliquant la phonologie :

- la conscience phonologique (i.e., traitement explicite des phonèmes, identification et manipulation),
- la mémoire verbale à court terme (stockage à court terme et manipulation de l'information phonologique),
- la dénomination rapide automatisée (Ramus et al., 2012).
-

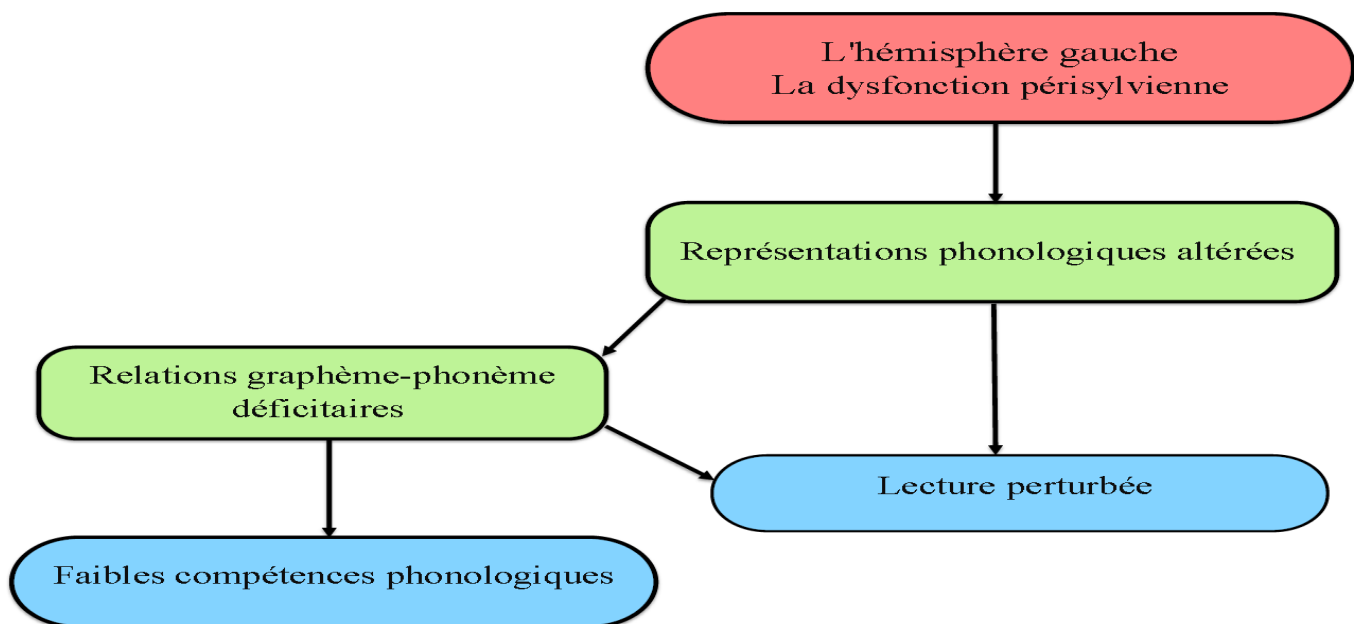


Figure13. La théorie phonologique de la dyslexie. Un déficit phonologique relevant d'une atteinte spécifique des régions péri-sylviennes gauches est supposée être la cause directe des problèmes de lecture. Les bulles représentent les niveaux neurologiques (rouge), cognitifs (vert) et comportementaux (en bleu) impliqués; Les flèches représentent les liens de causalité. (d'après Ramus. 2003).

Au niveau neurologique, il est généralement admis que l'origine de la maladie est un dysfonctionnement congénital de l'hémisphère gauche du cerveau, au niveau des zones péri-sylviennes qui sous-tendent les représentations phonologiques, ou au niveau des connexions

entre les représentations phonologiques et orthographiques (Nithart, 2008). La plupart des études ont montré des activations réduites des aires périssylviennes gauches (plutôt que bilatérales) chez les dyslexiques, ces hypo-activations concernant surtout le gyrus supramarginal gauche (Démonet, Taylor et Chaix, 2004 ; Ramus et al., 2003 ; Temple et al., 2003, 2002).

2.1.2. Modulation de l'hypothèse phonologique selon les langues

Par ailleurs, l'existence des troubles phonologiques est constatée chez les dyslexiques quelle que soit leur langue. Un trouble phonologique a été décrit en contexte dyslexique à la fois dans les langues opaques et les langues transparentes. Landerl et al. (2013) a publié une étude portant sur plus de mille enfants dyslexiques et un nombre équivalent de normo-lecteurs représentant 6 langues différentes. Les compétences phonologiques des enfants ont été mesurées sur la base d'épreuves de traitement phonologique et de RAN (Rapid automatized naming). Son étude montre que davantage de participants sont correctement classés sur la base de ces mesures comme lecteur dyslexique ou lecteur typique dans les orthographe opaques que dans les orthographe qui le sont moins. Globalement, ces résultats suggèrent un rôle prédictif plus important de la phonologie dans les langues opaques. L'hypothèse phonologique est également sous-tendue par les études en neuroimagerie. Ainsi, Paulesu et al. (2001) montre que les mêmes régions périssylviennes gauches sont sous-activées dans des langues opaques comme l'anglais et le français et dans une langue transparente comme l'italien.

En ce qui concerne les études de conscience phonologique en arabe, Everatt et Al-Mannai (2005) et Al-Alsid (2006) signalent que les tâches de lecture des non-mots, des pseudo-mots, la segmentation phonémique, la dénomination rapide et les rimes sont révélateurs de difficultés liées à la lecture et à l'écriture en arabe. Selon Abu Rabia (2007), la conscience phonologique est indicative de la dyslexie en arabe. Les processus phonologiques sont des facteurs prédictifs de la dyslexie en particulier à l'égard de la conscience phonologique et du décodage phonologique (Abu Rabia, Share et Mansour, 2003 ; Al-Alsid, 2006 ; Hamdan et Amayreh, 2007). En outre, Elbeheri et Everatt (2007) font valoir que cette fonctionnalité prédictive du déficit phonologique tend à être différente selon le stade de lecture. Un certain nombre d'études ont souligné la difficulté à effectuer des traitements phonologiques en situation de diglossie (Ammar, 1997). Cependant d'autres études suggèrent des effets positifs de cette situation qui s'apparenterait aux

situations de bilinguisme observées dans d'autres contextes (Ibrahim et al., 2007). Boukadida (2008) montre des corrélations positives entre les performances de lecture des enfants tunisiens et leurs capacités de traitement phonémique à la fin de la première année d'apprentissage explicite de l'orthographe.

À l'heure actuelle, les données disponibles sur les déficits les plus proximaux de la lecture sont à peu près compatibles avec l'existence d'un sous-type de dyslexie majoritaire caractérisé par un déficit phonologique et avec un ou plusieurs sous-types de dyslexie minoritaires caractérisés par un déficit visuel. D'ailleurs, plusieurs études considèrent que l'hétérogénéité de la population dyslexique pourrait être liée au fait que lire requiert non seulement des compétences verbales efficaces mais également un traitement opérant des informations visuelles (Muneaux et Ducrot, 2014). Les théories visuelles qui ont été proposées pour rendre compte des dyslexies développementales sont présentées dans la section suivante.

2.2. Les théories visuelles explicatives des dyslexies

L'hypothèse d'une atteinte du système visuel en contexte dyslexique a été formulée très tôt comme source possible des inversions de lettres qui étaient observées chez les dyslexiques. En effet, les dyslexiques étaient décrits comme ayant tendance à confondre les lettres ou les mots visuellement proches, appelant souvent un "b" "d" ou lisant "saw" pour "was". Des recherches ultérieures ont montré cependant, que, contrairement à un mythe populaire, les enfants dyslexiques ne sont pas particulièrement enclins à voir des lettres ou des mots à l'envers. Vellutino (1979) montre par ailleurs que ce qui avait été interprété comme un trouble des traitements visuels pourrait en fait refléter un problème langagier. Il soutient que la lettre « b » dénommée /dé/ a été traitée correctement au niveau visuel puisque l'enfant qui la dénomme de façon incorrecte est capable de la transcrire correctement par écrit. Dès lors, le problème à l'origine des troubles dyslexiques est considéré comme linguistique, et non visuel. (Lyon, Shaywitz, et Shaywitz, 2003; Shaywitz et Shaywitz, 2005).

La théorie visuelle reflète une tradition de longue date dans l'étude de la dyslexie. On considère alors que des difficultés de traitement visuel sont à l'origine des difficultés avec le traitement des lettres et des mots. Plusieurs hypothèses ont été formulées quant à la nature des troubles visuels

qui pourraient être à l'origine des troubles dyslexiques. Une des premières hypothèses posées est celle d'une atteinte du système visuel magnocellulaire (Livingstone et al., 1991; Lovegrove, Bowling, Badcock et Blackwood, 1980; Stein et Walsh, 1997; pour une revue voir Boden et Giaschi, 2007). Cela peut prendre la forme de fixations binoculaires instables ou d'un défaut de convergence binoculaire (Cornelissen et al., 1993; Stein and Fowler, 1993). D'autres types de troubles relevant de la sphère visuelle ont été décrits plus récemment. Plusieurs études ont notamment décrit une augmentation de l'encombrement visuel (ou crowding) chez les personnes dyslexiques (Callens et al, sous presse ;Martelli, Di Filippo, Spinelli, et Zoccolotti, 2009 ; Spinelli, De Luca M, Judica A et Zoccolotti, 2002). Mais ce sont surtout les troubles visuo-attentionnels qui ont été les plus documentés. Deux types de troubles visuo-attentionnels ont été décrits en contexte dyslexique : les troubles de l'orientation de l'attention visuelle ou du déplacement attentionnel ralenti (Facoetti, et al, 2006; Hari et Renvall, 2001) et les troubles de l'empan visuo-attentionnel. Les premiers sont en général décrits comme étant associés au trouble phonologique alors que les seconds, au contraire, se rencontrent le plus souvent indépendamment des troubles phonologiques.

2.2.1. La théorie visuelle magnocellulaire

Cette hypothèse est née dans les années 1970 avec la publication d'une série de recherches dans lesquelles les chercheurs ont débattu de l'existence de déficits visuels dans la dyslexie, plus spécifiquement le déficit du système visuel magnocellulaire. Le système visuel magnocellulaire est composé de grosses cellules. Il est responsable du traitement global de l'information et permet la vision périphérique.

Le système magnocellulaire étant impliqué dans la vitesse de traitement de l'information visuelle, la détection des informations périphériques et des mouvements, sa déficience se manifeste de plusieurs façons :

- L'incapacité à traiter suffisamment rapidement les stimuli visuels se traduit par un « brouillage » lors de la lecture, les images fournies lors des saccades successives pouvant se superposer (Lovegrove et al., 1990).

- Le déficit de traitement de l'information périphérique empêche l'apport au cerveau des signaux nécessaires au guidage des mouvements oculaires. Il pourrait en résulter une instabilité du contrôle binoculaire (Stein et al., 2000).

Un grand nombre de données comportementales ont été publiées et plaident en faveur d'une atteinte du système visuel magnocellulaire chez les personnes (adultes ou enfants) présentant une dyslexie développementale (Boden et Giaschi, 2007 ; Stein et Walsh, 1997). Il a ainsi été montré que les dyslexiques présentent une moindre sensibilité aux faibles fréquences spatiales et aux hautes fréquences temporelles (Lovegrove, Martin, et Slaghuis, 1986) et qu'ils sont moins performants que les normo-lecteurs pour détecter le mouvement d'un ensemble de points (Cornelissen et al., 1995; Eden et al., 1996). D'autres études ont mis en évidence une moindre discrimination de la différence de vitesse entre deux cibles en mouvement (Demb, Boynton, Best et Heeger, 1990) et une atypie du contrôle oculomoteur (Pavlidis, 1981).

Le système visuel magnocellulaire est responsable du chronométrage des événements visuels lors de la lecture. Il signale donc tout mouvement visuel qui se produit non intentionnellement et pourrait conduire à avoir la sensation d'images en mouvement hors de la fovéa (glissement rétinien). Chez les dyslexiques, le développement du système visuel magnocellulaire est altéré: le développement des couches magnocellulaires du corps genouillé latéral est anormal, leur sensibilité au mouvement est réduite; de nombreux dyslexiques montrent une fixation binoculaire instable, d'où une mauvaise focalisation visuelle, en particulier sur le côté gauche (pseudo-négligence gauche). Une instabilité binoculaire et une instabilité visuelle perceptive peuvent conduire à ce que les lettres qu'ils essaient de lire semblent se déplacer et se croiser. Ainsi, mettre un cache sur un œil (occlusion monoculaire) peut améliorer la lecture (Stein, 2001). Cependant, Valdois (2006) souligne que les hypothèses visuelles magnocellulaires ont échoué à établir un lien direct entre traitement visuel magnocellulaire et apprentissage de la lecture du fait, en premier lieu, de l'absence de cadre théorique explicitant clairement en quoi le trouble magnocellulaire mis en évidence en contexte dyslexique participe à la lecture experte et joue un rôle dans l'apprentissage de la lecture et, en second lieu, de la co-occurrence des troubles phonologiques plus aptes à rendre compte de ces difficultés d'apprentissage (Valdois, 2006).

2.2.2. Les troubles de l'encombrement perceptif

L'encombrement perceptif (ou crowding en anglais) renvoie au fait qu'une lettre entourée d'autres lettres est moins rapidement identifiée que lorsqu'elle est présentée isolément. Quand une lettre est entourée de deux autres lettres, elle est en quelque sorte masquée par les lettres adjacentes. Ce phénomène de masquage qui a été décrit par Bouma (1970) initialement est d'autant plus marqué que la lettre est plus loin du point de fixation. Le phénomène se manifeste également dans toutes les directions et pour toutes les unités : les lettres se masquent entre elles au sein du mot, les mots se masquent entre eux et le traitement d'un mot est affecté non seulement par les mots qui le suivent et le précèdent mais aussi par ceux qui sont sur les lignes environnantes. Plusieurs études ont montré que les enfants dyslexiques souffraient d'un encombrement perceptif excessif (Martelli et al., 2009 ; Spinelli et al., 2002).

Spinelli et al. (2002) ont évalué l'effet d'encombrement perceptif chez des enfants dyslexiques et un groupe contrôle apparié. Ils ont montré que les individus dyslexiques étaient plus sensibles au phénomène d'encombrement. Pour cela, ils ont demandé à des collégiens d'une douzaine d'années de lire des mots qui étaient présentés soit isolément soit entourés d'autres mots quelconques (sans constituer de phrase signifiante). Cette condition a été contrastée à une autre condition où une séquence de symboles était présentée isolément ou entourée d'autres symboles. Le stimulus apparaissait toujours centré sur le point de fixation. La tâche était une tâche de comparaison, la séquence isolée était présentée initialement puis la seconde séquence apparaissait soit isolément soit entourée d'autres éléments (situation de crowding). Les enfants devaient répondre oralement pour dire si les deux séquences étaient identiques ou différentes. Les résultats montrent une interaction significative, les temps de réaction augmentent en situation de crowding et cette augmentation est significativement plus importante chez les dyslexiques que chez les contrôles. Les mêmes effets sont observés pour les mots et pour les symboles. Les auteurs concluent à un encombrement perceptif excessif chez les dyslexiques et situent le trouble au niveau pré-lexical puisque les effets ne sont pas spécifiques au traitement lexical. Dans une étude récente, Callens et al. (sous presse) ont utilisé une tâche d'identification de triplets de lettres présentés aléatoirement dans le champ visuel droit ou gauche et dans des positions plus ou moins excentrées par rapport au point de fixation central. Les résultats de cette

étude montrent que les jeunes adultes dyslexiques ont plus de mal à identifier les lettres centrales des triplets (les seules qui sont masquées par deux lettres environnantes) que les enfants contrôles. Cette étude confirme donc que les effets d'encombrement perceptifs sont plus marqués dans la population dyslexique.

Depuis sa description dans les années 70, il est admis que l'augmentation de l'espacement entre les lettres permet d'atténuer les effets de crowding (Spinelli et al., 2002). Cette hypothèse a été plus spécifiquement évaluée ces dernières années. Martelli et al. (2009) a mesuré l'effet d'espacement des lettres lors de l'identification de mots dans des groupes d'enfants dyslexiques ou non. Les résultats montrent que la vitesse de lecture augmente avec l'espacement entre les lettres jusqu'à un seuil au-delà duquel l'augmentation de l'espacement n'a plus d'effet positif sur la vitesse de lecture. Ces effets sont observés chez les normo-lecteurs et chez les dyslexiques. Augmenter l'espacement entre les lettres semble donc faciliter l'identification des mots chez les dyslexiques. Néanmoins, l'étude de Martelli et al. (2009) conclut que, même lorsque l'espacement compense les effets de crowding, les dyslexiques restent plus lents que les contrôles en lecture. Récemment, Zorzi et al. (2012) ont plus spécifiquement étudié l'effet de l'espacement entre lettres en situation écologique de lecture de texte chez deux groupes d'enfants dyslexiques français et italiens. Ils montrent un effet positif de l'espacement dans les deux langues qui se manifeste notamment par une réduction du nombre d'erreurs en situation espacée et une augmentation de la vitesse de lecture. L'ensemble de ces recherches montre que les dyslexiques ont des difficultés spécifiques lors du traitement de séquences de lettres et que ces difficultés sont en partie liées à des problèmes de crowding.

2.2.3. Les troubles de l'attention visuelle temporelle ou spatiale

Valdois (2014) dans son article décrit les différents types de troubles visuo-attentionnels rencontrés en contexte dyslexique en précisant leurs corrélats neurobiologiques et leur lien avec la lecture. Ces déficits correspondent à deux grandes catégories de troubles : des déficits de l'intégration perceptive temporelle et spatiale et un trouble de l'empan visuo-attentionnel. Ils requièrent un diagnostic et une prise en charge spécifiques.

Les premières descriptions de troubles de l'attention visuelle en contexte dyslexiques apparaissent au début des années 2000, notamment avec les travaux de Facoetti en Italie. Son

équipe montre que les dyslexiques présentent des difficultés d'orientation de l'attention visuelle ; en fait, il est surtout question d'un trouble de l'attention visuo-spatiale. Le plus souvent les participants sont soumis à des tâches expérimentales qui requièrent de détecter le plus vite possible l'apparition d'une cible qui apparaît aléatoirement en un point de l'écran. Certaines études montrent que l'apparition d'un point, présenté aléatoirement à gauche ou à droite du point de fixation central, est plus vite détectée dans le champ visuel droit que dans le champ visuel gauche (Facoetti et Molteni, 2001). Ceci est interprété comme reflétant un biais attentionnel droit et une mini-négligence gauche. Dans les études suivantes, Facoetti et collaborateurs utilisent des paradigmes expérimentaux qui permettent de manipuler l'orientation de l'attention. Un indice est présenté avant l'apparition de la cible de façon à attirer l'attention (attention exogène) dans un des champs visuels. On mesure ensuite les temps de réaction à l'apparition de la cible selon que celle-ci est présentée dans le même hémichamp visuel ou dans l'hémichamp opposé. Chez les sujets contrôles, la cible est plus vite détectée lorsque l'attention a été préalablement attirée du côté où elle apparaît (condition valide). Au contraire, si l'attention a été attirée d'un côté et que la cible apparaît de l'autre côté (condition invalide), on observe un coût et donc un temps de détection rallongé. Ces effets sont observés de la même façon dans les deux hémichamps. Facoetti et al. (2001) montre que lorsque l'attention est attirée dans le champ droit, alors les dyslexiques mettent beaucoup plus de temps que les contrôles à répondre à la cible si celle-ci apparaît à gauche. Au contraire, quand l'attention est attirée à gauche, alors ils ne mettent pas plus de temps à détecter l'apparition de la cible à droite. Ces résultats confortent l'idée d'une mini-négligence gauche. Cependant, Facoetti et al. (2006) montrent que cet avantage du champ visuel droit se manifeste chez les dyslexiques qui ont des troubles de la lecture des pseudo-mots mais pas chez les dyslexiques qui ne présentent pas de difficulté particulière en lecture de pseudo-mots (voir également, Facoetti et al., 2002). Cette étude montre que le biais attentionnel droit prédit 26% de variance propre en lecture de pseudo-mots. Les auteurs concluent que l'orientation de l'attention est un des mécanismes du traitement analytique en lecture.

Ces travaux sont mis en lien avec ceux de Hari et Renvall (2001). Dans cette étude, Hari et Renvall défendent l'idée d'un déplacement attentionnel ralenti (Sluggish Attentional Shifting, SAS) chez les dyslexiques. Les auteurs montrent en effet que les dyslexiques ont des difficultés à traiter les séquences de stimuli rapides. Par exemple, des lettres sont présentées rapidement les unes à la suite des autres et certains des items de la séquence doivent faire l'objet d'un

traitement. Il faut par exemple dénommer une lettre qui est en couleur et apparaît aléatoirement dans la séquence des lettres noires et appuyer sur une touche du clavier lorsqu'un X (noir) apparaît dans la séquence. On observe que la détection du X chez les normo-lecteurs dépend de l'écart en temps entre la présentation de la lettre à dénommer et celle du X. Si le X apparaît dans la séquence très vite après la lettre à dénommer, alors il est très difficile à détecter. Il faut donc attendre un certain temps pour que la détection du X atteigne un seuil de détection raisonnable (75% correct par exemple). On appelle cette période la période d'attentional blink ou clignement attentionnel. Hari et Renvall (2001) montrent que le clignement attentionnel est anormalement prolongé chez les dyslexiques et interprètent ce phénomène comme montrant que l'attention une fois engagée sur la lettre à dénommer met un temps anormalement long à se désengager de la lettre colorée pour se réengager sur le stimulus à détecter. Cependant, dans le même article les auteurs montrent que des déficits similaires peuvent être mis en évidence lors du traitement rapide de stimuli auditifs. Ainsi, le déplacement attentionnel ralenti n'est pas spécifique à la modalité visuelle mais s'observe également en modalité auditive (Lallier et al., 2009). Le déplacement attentionnel ralenti dégraderait le traitement des indices à la fois phonologiques (auditif) et graphémiques (visuels). Les études de Facoetti vont dans le même sens en montrant que les troubles de l'orientation de l'attention chez les dyslexiques se manifestent aussi bien en modalité auditive qu'en modalité visuelle (Facoetti, Corradi, Ruffino, Gori, Zorzi, 2010). Plus récemment Franceschini et al. (2013) postulent un rôle causal de l'attention visuo-spatiale dans l'acquisition de la lecture. Dans cette étude, un groupe d'enfant a été suivi sur trois années de la maternelle au CE1. L'attention visuo-spatiale en maternelle a été mesurée avec des épreuves de recherche de cibles parmi des distracteurs et d'identification d'une cible présentée à droite ou à gauche du point de fixation central selon une condition valide ou invalide. Les auteurs montrent que les enfants faibles lecteurs en CP et CE1 sont ceux qui en maternelle faisaient plus d'erreurs en recherche de cible et plus d'erreurs d'identification en condition valide. Plus généralement, ces mesures d'attention visuo-spatiale chez les pré-lecteurs prédisent leurs performances en lecture un an (CP) et deux ans (CE1) plus tard. Les auteurs concluent à une relation causale, suggérant que les troubles de l'attention visuo-spatiale mis en évidence chez les dyslexiques avec trouble phonologique pourraient être responsables de leurs difficultés de lecture.

Les troubles du déplacement attentionnel ralenti comme ceux décrits dans le cadre de l'orientation visuo-spatiale s'observent dans des situations expérimentales qui requiert le

traitement d'une cible unique. Ils se distinguent donc des troubles de l'empan visuo-attentionnel que nous allons aborder dans la section suivante.

2.3. Théorie de l'empan visuo-attentionnel

Comme nous l'avons vu précédemment, l'empan VA correspond au nombre d'éléments visuels distincts pouvant être traités en parallèle dans une configuration (Bosse et al., 2007 ; Valdois et al., 2009). D'après la théorie de l'empan VA, les capacités d'attention visuelle simultanée jouent un rôle central dans l'apprentissage de la lecture et ce, indépendamment des capacités phonologiques des enfants.

La théorie de l'empan VA repose sur le modèle de lecture MTM (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998 ; voir Chapitre I). Ce modèle postule un rôle majeur de l'attention visuelle en lecture dans la mesure où le nombre de lettres traitées dans le mot à chaque étape de la lecture dépend de la quantité d'attention visuelle disponible et de la façon dont elle se distribue sur la séquence du mot à lire. Le modèle MTM a conduit à faire l'hypothèse qu'un empan VA réduit devrait conduire à des troubles dyslexiques. Si l'enfant présente une réduction de ses capacités visuo-attentionnelles ne permettant pas une distribution homogène initiale de l'attention sur la totalité de la séquence du mot, alors certaines des lettres du mot écrit apparaîtront comme plus saillantes que d'autres et l'identification ne pourra pas aboutir (e.g., « maison » perçu « MAisoN », où les majuscules correspondent aux lettres saillantes identifiées ; tiré de Valdois, 2009). De plus, un tel trouble conduit à supposer que la nature des lettres saillantes pourrait varier lors des différentes rencontres avec le mot, si bien qu'aucune représentation stable du mot ne pourra être renforcée et mémorisée même après plusieurs rencontres successives avec le même mot. Un déficit de ce type empêcherait l'enfant d'acquérir des connaissances lexicales spécifiques et de se construire un système de lecture compétent. Les simulations effectuées dans le cadre du modèle MTM (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998) pour simuler des dyslexies acquises ont d'ailleurs clairement montré l'impact d'une réduction de cet empan en lecture et son indépendance par rapport aux composants phonologiques du modèle. Plusieurs types d'épreuves ont été utilisés pour mesurer les capacités d'empan VA chez les enfants et adultes dyslexiques et chez les normo-lecteurs. Le plus souvent l'empan est mesuré par le biais d'épreuves de report de lettres dans deux conditions

de report global et partiel, mais d'autres types de tâches et d'autres types de stimuli ont également été utilisés conduisant à des résultats similaires (voir section expérimentale).

Dans cette section, nous aborderons et discuterons essentiellement les études qui montrent un trouble de l'empan VA dans la population dyslexique.

2.3.1. Trouble de l'empan VA en contexte dyslexique

De nombreuses études témoignent de l'existence d'un trouble de l'empan VA en contexte dyslexique (e.g Bosse et al., 2007 ; Lallier et al., 2012 ; Lassus-Sangosse, 2008 ; Lobier et al., 2012 ; Prado, 2007 ; Valdois et al. 2009, 2011 ; Valdois, Lassus-Sangosse, et Lobier, 2012). Il s'agit soit d'études de cas qui se focalisent principalement sur des individus dyslexiques qui ne présentent pas de trouble phonologique associé (Bouvier-Chaverot et al., 2012 ; Dubois et al., 2010 ; Valdois et al., 2003, 2011, 2014) soit d'études de groupes qui montrent que seul un sous-groupe de dyslexiques présente un déficit de l'empan VA.

Dans une étude de deux cas contrastés, Valdois et al. (2003) ont étudié les capacités d'empan VA de deux adolescents francophones de 13 et 14 ans et pour la première fois montré l'existence d'une dissociation entre capacités d'empan VA et capacités phonologiques. Ces deux adolescents présentaient des profils de lecture contrastés puisque le premier, Laurent, démontrait un trouble sélectif de la lecture des pseudo-mots correspondant à un profil de dyslexie phonologique et le deuxième, Nicolas, un déficit spécifique à la lecture des mots irréguliers, soit un profil de dyslexie de surface. Ces deux adolescents étaient appariés en niveau de lecture et aucun des deux n'avait bénéficié de rééducation orthophonique. Lorsqu'ils étaient confrontés à des épreuves de conscience phonologique, celui qui présentait un trouble sélectif de la lecture des pseudo-mots démontrait un trouble phonologique alors que l'autre participant dyslexique réussissait parfaitement ce type d'épreuves. Les résultats étaient inversés lors de l'évaluation de leurs aptitudes d'empan VA, le premier avait des performances qui se situaient dans la norme des témoins sur les épreuves de report global et partiel alors que le second présentait une forte réduction de ses capacités d'empan VA et un profil de réponse très atypique (voir Figure 14).

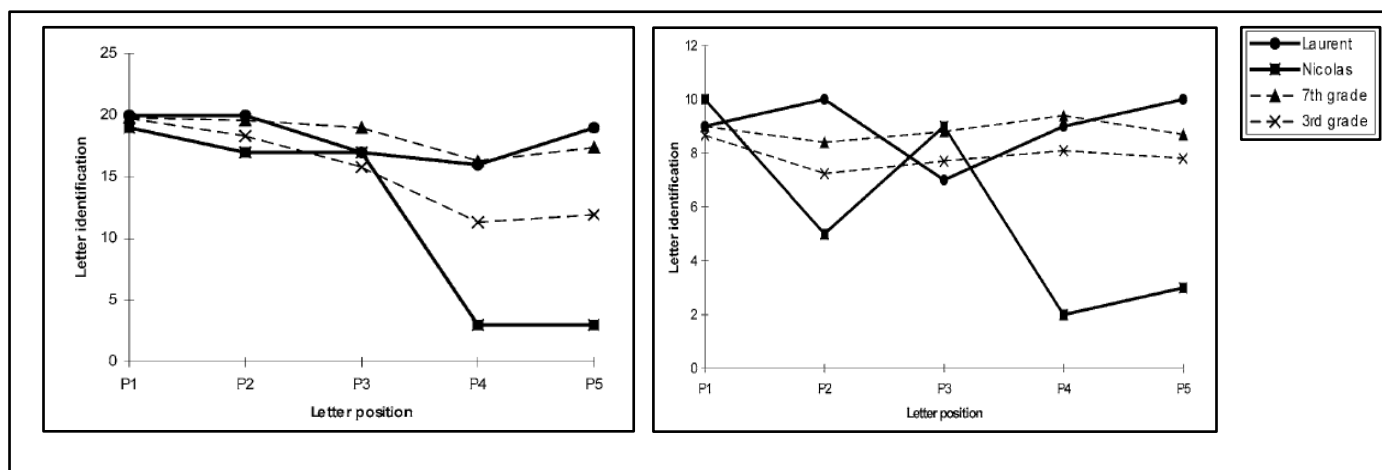


Figure 14. profils de réponse de Laurent et Nicolas en report global (gauche) et report partiel (droite) comparativement à des enfants de CE2 (3rd grade) et 5^{ème} (7th grade). Tiré de Valdois et al., 2003.

La Figure 14 montre les profils de réponses sur les épreuves de report global et partiel de lettres de Laurent et Nicolas, comparativement à deux groupes de sujets contrôles appariés en âge chronologique et en niveau de lecture. Le profil en report global chez les témoins et chez Laurent est caractérisé par un léger gradient gauche droite, les lettres situées à la gauche du point de fixation sont mieux identifiées et mieux rappelées que les lettres situées dans le champ visuel droit. Nicolas présente une asymétrie gauche-droite beaucoup plus marquée avec des performances anormalement faibles sur les deux dernières lettres de la séquence. En report partiel, les témoins ne montrent pas d'effet positionnel et sont capables de rappeler la lettre indiquée quelle que soit sa position dans la séquence. Les performances de Laurent ne se distinguent pas significativement de celles des contrôles. Par contre, Nicolas présente un profil très atypique avec des difficultés marquées d'identification en position finale et une performance inférieure aux groupes contrôles en position 2. Globalement, son empan VA est beaucoup plus faible que celui des témoins d'âge chronologique et de niveau de lecture et il ne peut traiter en moyenne que deux lettres sur les cinq de la séquence au niveau attendu. Cette étude montre en outre que certains dyslexiques peuvent présenter un trouble de l'empan VA en l'absence de déficit phonologique, alors que chez d'autres le déficit phonologique est observé en l'absence d'atteinte de l'empan VA (Valdois et al., 2003).

Plusieurs études de groupe ont ensuite été réalisées afin de vérifier si ce type de dissociation entre trouble phonologique et de l'empan VA était exceptionnel ou non dans la population dyslexique. Une première étude (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007) a permis de montrer qu'un nombre relativement important d'enfants dyslexiques francophones présente un trouble de l'empan VA et que le plus souvent ce trouble est dissocié des problèmes de conscience phonémique. De plus, cette étude a permis d'établir que les capacités d'empan VA contribuent à expliquer le niveau de lecture des enfants dyslexiques indépendamment de leurs capacités de traitement phonologique. Les deux types d'aptitudes, phonologique et d'empan VA contribuent donc indépendamment à rendre compte du niveau de lecture des enfants dyslexiques. Ceci conforte les résultats des études de cas qui témoignent de l'existence d'enfants ou d'adultes avec trouble de l'empan VA sans trouble phonologique ou inversement avec trouble phonologique sans trouble de l'empan VA (Lallier et al., 2010).

Plus récemment, Zoubrinetzky, Bielle et Valdois (2014) ont étudié un autre groupe d'enfants dyslexiques francophones en s'interrogeant sur la proportion d'enfants présentant soit un trouble phonologique soit un trouble de l'empan VA. La particularité de cette étude a été de sélectionner des enfants qui présentaient un profil de lecture homogène et avaient des difficultés à la fois en lecture de mots irréguliers et de pseudo-mots. Les résultats obtenus sont assez proches de ceux de l'étude de Bosse et collaborateurs (2007). La majorité des enfants dyslexiques présente une double dissociation entre trouble phonologique et trouble de l'empan VA et bon nombre d'entre eux présentent un trouble isolé de l'empan VA.

D'autres études ont montré des capacités d'empan VA limitées que les épreuves utilisées pour mesurer l'empan VA soit des épreuves de report de lettres ou des épreuves qui ne demandent pas de recodage verbal comme la comparaison de séquences (Reilhac et al., 2012) ou des épreuves de catégorisation (Lobier et al., 2012). Des résultats similaires ont été obtenus que les stimuli présentés en séquence soient des lettres (Bosse et al., 2007 ; Valdois et al., 2003) ou des chiffres (Valdois et al., 2012) ou des stimuli non alphanumériques (Lobier et al., 2012). Ces résultats sont compatibles avec l'idée que les troubles de l'empan VA reflètent des difficultés de traitement simultané de plusieurs éléments quelle que soit la nature de ces éléments.

2.3.2. Nature causale de la relation entre trouble de l'empan VA et trouble dyslexique

Le modèle MTM fait l'hypothèse d'une relation causale entre trouble de l'empan VA et trouble de la lecture. Les simulations effectuées montrent d'ailleurs qu'une réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle (l'équivalent de l'empan VA) se traduit par une lecture altérée notamment des mots irréguliers. La plupart des données comportementales publiées ont montré l'existence de troubles de l'empan VA chez un sous-groupe de dyslexiques sans pour autant établir de relation causale. Néanmoins, il a à plusieurs reprises été montré que les dyslexiques présentaient un trouble de l'empan VA non seulement par comparaison à des enfants normo-lecteurs de même âge réel mais également par comparaison avec des enfants plus jeunes de même niveau de lecture (Bosse et al., 2003 ; Valdois et al., 2003 ; Zoubrinetzky et al., 2014). Par ailleurs, les comparaisons de cas montrent des dissociations chez des individus qui sont appariés en niveau de lecture (Peyrin et al., 2012 ; Valdois et al., 2003). L'ensemble de ces données permet d'éliminer l'hypothèse selon laquelle le trouble de l'empan VA serait la simple conséquence du faible niveau de lecture des dyslexiques (Goswami, 2014 ; Lobier et Valdois, 2015).

D'autres données vont plus directement à l'appui d'une relation causale. Notamment, Valdois et al. (2014) ont décrit les effets d'une prise en charge basée sur un entraînement de l'empan VA chez une enfant dyslexique bilingue. Cette enfant présentait un trouble isolé de l'empan VA dans le contexte de bonnes aptitudes langagières et de bonnes capacités de traitement phonologique. Quatre évaluations ont été effectuées de façon à mesurer les effets de la prise en charge. La première montre un trouble massif de l'acquisition de la lecture avec un niveau de lecture stable entre les deux premières évaluations espacées de 2 mois (ligne de base). L'entraînement VA est ensuite proposé de façon intensive sur 6 semaines. L'évaluation post-entraînement (2 mois après le début des exercices) montre une évolution significative du niveau de lecture, évolution qui se maintient lors de l'évaluation à plus long terme 11 mois plus tard. Cette étude montre une évolution comportementale des performances de lecture suite à la prise en charge et comparativement à la ligne de base qui conforte l'idée d'une relation causale entre empan VA et niveau de lecture. Les données actuelles permettent donc de penser qu'un déficit de l'empan visuo-attentionnel constitue une origine plausible des troubles dyslexiques, distincte de l'origine phonologique préalablement documentée. Ceci devrait avoir des conséquences, d'une part au

niveau pédagogique, et encourager le recours à des exercices spécifiques d'entraînement visuel lors de l'apprentissage de la lecture (Gombert, Colé, Fayol, Goigoux, Mousty. et Valdois. 2002)., d'autre part au niveau de la prise en charge rééducative, et conduire à des rééducations spécifiques portant sur l'entraînement des aptitudes visuo-attentionnelles(Launay et Valdois, 2004; Valdois et al., 2014 ; Valdois et Launay, 1999).

2.3.3. Les corrélats neurobiologiques de l'empan VA

En ce qui concerne les corrélats cérébraux de l'empan VA, des études ont été menées auprès de jeunes adultes et d'enfants dyslexiques et normo-lecteurs afin de déterminer quelles sont les régions cérébrales qui sous-tendent l'empan VA. Les premières études ont porté exclusivement sur des participants qui présentaient un trouble de l'empan VA au niveau comportemental (Peyrin et al., 2011 ; Reilhac et al., 2013). Les résultats ont montré que les aires pariétales n'étaient pas normalement activées chez ces sujets dyslexiques. L'analyse des activations cérébrales obtenues sous IRMf (imagerie par résonance magnétique fonctionnelle) lors de la réalisation d'épreuves de catégorisation ou de comparaison de séquences de lettres qui nécessitent le traitement simultané de plusieurs informations visuelles a montré que ces tâches impliquent fortement le lobule pariétal supérieur bilatéralement chez les sujets normo-lecteurs, adultes et enfants. Les dyslexiques qui présentent un trouble de l'empan VA au niveau comportemental montrent une sous-activation de ces régions pariétales lors de la réalisation des épreuves. L'étude de Lobier et collaborateurs (2012) menée auprès d'adultes normo-lecteurs a permis de montrer que ces régions sont plus spécifiquement impliquées dans le traitement d'éléments multiples qu'il s'agisse de lettres ou de stimuli non verbaux. Carreiras et al. (2014) ont également montré l'implication des régions pariétales supérieures dans le traitement de séquences. Ils ont plus particulièrement montré une implication du lobule pariétal supérieur gauche dans le traitement de l'identité et de la position des lettres dans des épreuves de comparaison de séquences de 4 lettres qui étaient soit semblables soit différentes du fait de la substitution ou de la transposition des deux lettres internes. Dans une autre étude, Lobier et al. (2014) ont montré que les adultes dyslexiques avec trouble de l'empan VA présentaient une sous-activation des régions pariétales supérieures et que ce déficit se manifestait quel que soit le type de matériel à traiter (alphanumérique ou non alphanumérique). L'ensemble de ces études

montre clairement que l'empan VA implique les régions pariétales supérieures et que ces régions fonctionnent de façon atypique chez les individus dyslexiques qui présentent un trouble de l'empan VA.

La question de savoir si la sous-activation des régions pariétales supérieure en contexte dyslexique était spécifique aux dyslexiques qui présentent un trouble de l'empan VA au niveau comportemental a été abordée dans l'étude de Peyrin et collaborateurs (2012). Cette étude a porté sur deux jeunes adultes qui présentaient des troubles cognitifs opposés. Le premier avait un trouble de la conscience phonémique mais un empan VA préservé alors que le second présentait le profil inverse soit un trouble sélectif de l'empan VA. Ces deux jeunes adultes ont été confrontés à une épreuve de jugement de rimes sous IRMf et à une épreuve de catégorisation de séries de 4 éléments visuels. Les résultats ont montré un dysfonctionnement des régions périsylviennes gauches dans la tâche de rimes mais seulement chez le participant dyslexique qui présentait un trouble phonologique au niveau comportemental. Inversement, une sous-activation des régions pariétales supérieures dans la tâche de catégorisation n'a été observée que chez le participant qui présentait un trouble de l'empan VA au niveau comportemental. Cette étude montre donc qu'il existe une double dissociation au niveau cérébral qui correspond à la double dissociation cognitive de ces patients. Elle confirme en outre que le dysfonctionnement pariétal est bien spécifique du trouble de l'empan VA et n'est pas un marqueur neurobiologique des troubles dyslexiques en général. Le lien entre trouble de l'empan VA et régions pariétales supérieures a également été confirmé dans l'étude d'entraînement décrite précédemment (Valdois et al., 2014). En effet, l'examen des activations cérébrales sous IRMf pendant l'épreuve de catégorisation a été effectué avant et après entraînement de l'empan VA afin de vérifier un potentiel effet au niveau neurobiologique. Les résultats montrent une sous-activation des régions pariétales supérieures avant entraînement tel que cela a été décrit dans les études de groupes détaillées précédemment. Le résultat nouveau de cette étude est de montrer une réactivation des régions pariétales supérieures suite à la prise en charge rééducative. L'ensemble de ces études confirme l'implication des régions pariétales supérieures dans le traitement simultané des séquences d'éléments multiples. Les régions cérébrales impliquées sont très différentes des régions périsylviennes décrites comme sous-activées chez les individus dyslexiques qui présentent un trouble des traitements phonologiques. Par ailleurs, les régions

pariétales supérieures sont connues pour leur implication dans les traitements attentionnels, ce qui est en accord avec l'hypothèse d'un trouble de l'empan VA.

2.3.4. L'empan VA dans différentes langues

Par ailleurs, l'empan VA a été étudié dans différentes langues. Les premières études ont porté sur des participants francophones (Valdois et al., 2003) mais l'étude de Bosse et collaborateurs (2007) décrit deux études : l'une relate des données obtenues auprès d'enfants normo-lecteurs et dyslexiques francophones, l'autre porte sur des enfants anglophones. Dans les deux cas, les épreuves de report global et partiel de lettres ont été utilisées pour évaluer l'empan VA. Dans les deux langues, l'analyse montre qu'un sous-groupe d'enfants dyslexiques présente un trouble isolé de l'empan VA. Dans les deux langues, les capacités d'empan VA des enfants contribuent à prédire leur performance en lecture, indépendamment de leurs aptitudes phonologiques. Il semble donc qu'un empan VA réduit soit relié aux difficultés d'apprentissage de la lecture en tout cas dans les langues opaques comme le français ou l'anglais. D'autres études ont été menées dans des langues plus transparentes que le français ou l'anglais. Lallier et collaborateurs (2014) ont étudié les capacités d'empan VA chez des enfants bilingues français-espagnol. Ils montrent que les enfants dyslexiques bilingues présentent un trouble de l'empan VA en l'absence de trouble phonologique. Les capacités d'empan VA de ces enfants corrélaient avec leur vitesse de lecture aussi bien en français qu'en espagnol. Les résultats semblent donc montrer un impact de l'empan VA sur la lecture même en espagnol malgré la transparence de la langue. Une autre étude a tenté de confirmer l'impact de l'empan VA dans les langues transparentes (Germano, Reilhac, Capellini et Valdois, 2014). Celle-ci a porté sur le portugais parlé au Brésil une langue relativement plus transparente que le portugais du Portugal. Dans cette étude des enfants normo-lecteurs et dyslexiques ont été soumis à des épreuves de conscience phonémique, à l'épreuve de report global et à des épreuves visuelles concernant du matériel non verbal mais demandant un traitement de la forme globale présentée. Les résultats montrent que les enfants dyslexiques présentent un déficit à la fois sur les épreuves phonologiques et sur les épreuves visuelles comparativement aux enfants contrôles de même âge. L'étude montre également que les performances sur ces deux types d'épreuves contribuent indépendamment à expliquer la vitesse de lecture en Portugais brésilien. Enfin, comme dans les études effectuées en anglais et en

français, un sous-groupe de dyslexiques présente un trouble isolé de l'empan VA. Cette étude montre donc que les troubles de l'empan VA en contexte dyslexique ne sont pas spécifiques aux langues opaques mais s'étendent également aux langues transparentes. Une autre étude menée en hollandais (van den Boer et al., 2013) suggère également un rôle de l'empan VA dans la lecture même si elle a porté sur des enfants tout venants non dyslexiques. Donc les résultats des études menées jusqu'ici semblent bien montrer l'existence d'un trouble de l'empan VA chez les dyslexiques dans différentes langues (français, anglais, espagnol, portugais) quelle que soit la transparence des langues en question ; Dans tous les cas, un pourcentage important d'enfants dyslexiques est décrit comme ayant trouble de l'empan VA (français, anglais, portugais); Dans tous les cas, un lien est trouvé entre empan VA et performance de lecture, concernant notamment la vitesse de lecture. Néanmoins, les études publiées jusqu'ici concernent exclusivement les langues alphabétiques et aucune étude n'a tenté d'étudier le rôle de l'empan VA dans des langues sémitiques comme l'hébreu ou l'arabe.

Problématique, Hypothèses et Méthodologie générales

1. Problématique

La question de l'apprentissage de la lecture est une question centrale puisque cet apprentissage est crucial pour permettre à l'enfant d'accéder à l'ensemble des autres apprentissages scolaires. Une bonne maîtrise de la lecture est également indispensable à une bonne intégration sociale.

En Irak, l'éducation formelle commence à l'âge de six ans. L'école primaire se compose de 6 niveaux (classe). Les enseignements portent sur une série de matières scolaires, y compris la lecture et les mathématiques. Pour la lecture il y a un livre spécial pour chaque niveau scolaire approprié à l'âge de l'enfant. Ce livre contient des mots isolés et des textes aux fins de l'enseignement de la lecture. Les mots isolés et les textes sont présentés en écriture voyellée. Nous avons utilisés les contenus des livres des trois premières années pour construire les épreuves de lecture visant à étudier les performances des enfants arabophones (Etude 2).

En ce qui concerne les difficultés d'apprentissage, il n'y a pas de statistiques officielles concernant ces difficultés. Mais la recherche suggère que les enfants présentent des difficultés multiples, notamment liées à l'apprentissage de la lecture et des mathématiques. Malheureusement, l'absence de statistiques officielles, ne permet pas d'avoir une image claire de la nature des difficultés de lecture en Irak. Mais les comparaisons entre le nombre d'enfants inscrits à l'école et les enfants qui poursuivent leurs études ont montré qu'un pourcentage élevé d'enfants ne continue pas dans le processus d'apprentissage, en particulier, ceux qui ont des difficultés en lecture. Sur cette base, nous sommes ici pour mieux comprendre les mécanismes qui sont à l'origine des difficultés de lecture des enfants arabophones irakiens. Ceci permettra de mieux identifier les enfants qui présentent des difficultés d'apprentissage de la lecture, déterminer leur proportion selon les troubles cognitifs identifiés, et de proposer des solutions pouvant aider à réduire la proportion d'enfants en échec dans les écoles primaires.

Assez peu de recherches ont été menées en langue arabe et comme nous l'avons vu précédemment cette langue a des caractéristiques très particulières qui échappent largement aux modèles théoriques développés à partir de l'étude des langues européennes. Nous avons montré à quel point la capacité à identifier les mots et le traitement des lettres et des séquences de lettres sont des étapes cruciales lors de la lecture en langue arabe. Beaucoup de recherches ont étudié le traitement des mots, des textes et l'identité des lettres à travers les phénomènes de transposition

et de substitution de lettres chez le lecteur expert. L'identification des lettres est en effet une étape clé de la reconnaissance des mots et l'encodage est indispensable pour distinguer entre les étapes de reconnaissance, visuelle et verbale (Ans et al., 1998; Bosse et Valdois, 2003; Bradley et Bryant, Snowling, 2001; Castles et Nation, 2008; Grainger et Van Heuven, 2003; Grainger et Ziegler, 2011; Share, 1999; Valdois et al., 2004., Wimmer, Landerl, Linortner et Hummer, 1991). Des études se sont aussi intéressées aux changements développementaux de ces traitements au cours de l'acquisition de la lecture (Acha et Perea, 2008; Castles et al., 2007; Grainger, Lété, et al., 2012; Perea et Estévez, 2008). Ces étapes pré-lexicales et lexicales de traitement visuel pourraient être encore plus fondamentales en langue arabe. Par ailleurs, de nombreux auteurs soulignent l'implication forte des ressources attentionnelles lors de la lecture en arabe. Ils mentionnent un coût attentionnel lors du traitement des lettres et des morphèmes qui composent la séquence du mot bien plus important que ce qui semble caractériser les langues européennes. Pour toutes ces raisons, la théorie de l'empan visuo-attentionnel (VA) apparaît comme un cadre théorique pertinent pour aborder la lecture en langue arabe.

Notre objectif sera donc d'étudier les capacités d'empan visuo-attentionnel des lecteurs arabophones et le lien entre ces capacités et leurs performances en lecture. Les travaux menés dans le cadre de la thèse s'articulent en deux études principales. La première a été menée auprès de lecteurs experts arabophones, la seconde concerne des enfants arabophones bons et faibles lecteurs.

Dans la première étude, nous comparerons les capacités d'empan VA de lecteurs experts de langue maternelle arabe, française ou espagnole. Cette étude pour la première fois se propose de comparer directement les modulations potentielles de l'empan VA selon les caractéristiques de la langue des locuteurs. En effet, les études précédentes ont soit montré l'importance de l'empan VA dans des langues différentes (français : Bosse et al., 2007, 2009 ; Lobier et al., 2013 ; Zoubrinetzky et al., 2014 – Anglais : Bosse et al., 2007 – Hollandais : Van den Boer et al., 2013 – Portugais brésilien : Germano et al., 2014) soit étudié les performances d'empan VA chez des enfants bilingues (Français-Espagnol : Lallier et al., 2014 ; Valdois et al., 2014 – Basque-Français et Basque-Espagnol : Lallier et al., sous presse). Ici pour la première fois nous nous interrogerons sur l'effet de différentes langues sur la taille de l'empan VA, sur les profils de réponse sur les épreuves d'empan et sur les liens entre empan VA et vitesse de lecture.

Concernant la taille de l’empan VA, l’objectif sera ici de déterminer si celle-ci est modulée par la transparence orthographique de la langue, par les contraintes de traitement des mots (traitement parallèle pour le français et l’espagnol mais probablement pas pour l’arabe) et/ou selon la difficulté de traitement des lettres elles-mêmes puisque les langues considérées se distinguent par des alphabets différents, latin ou arabe. Les profils de réponse sur les épreuves d’empan seront également étudiés de façon à mettre en évidence un effet potentiel du sens de lecture (gauche-droit en français et en espagnol mais droite-gauche en arabe). Les liens entre empan VA et performance de lecture ont jusqu’ici été essentiellement étudiés chez les enfants. Cette étude permettra de déterminer si les relations précédemment mises en évidence en français et en espagnol perdurent chez les lecteurs experts et si une relation similaire est observée en langue arabe. Ces objectifs et les hypothèses spécifiques que nous avons faites seront plus largement explicités lors de la présentation de l’étude 1.

La seconde étude aura pour but de déterminer si les processus cognitifs qui sous-tendent les performances de lecture dans les langues européennes sont également pertinents en langue arabe. Nous nous centrerons essentiellement sur les processus phonologiques dont le rôle majeur dans l’apprentissage de la lecture a été largement démontré (Castle et Coltheart, 2004) et sur les capacités d’empan VA. Plusieurs études ont montré une implication des dimensions phonologiques dans l’apprentissage de la lecture en arabe. Notre étude est la première à s’interroger sur le rôle potentiel de l’empan VA dans cette langue.

Nous avons choisi de travailler sur deux populations de bons et de faibles lecteurs, probablement dyslexiques. L’absence de données médicales ne permet pas d’affirmer que ces enfants sont dyslexiques mais ils répondent à la définition de la dyslexie sur les autres critères. Notre objectif sera d’abord de comparer les performances de ces deux populations sur un grand nombre de tests incluant des épreuves de lecture, de compréhension, de conscience phonologique et d’empan VA dans le but de mieux caractériser la population des faibles lecteurs. Nous nous interrogerons également sur les relations entre ces différentes variables et surtout sur la contribution des dimensions phonologiques et d’empan VA dans la performance de lecture. Concernant plus précisément la population des enfants en difficulté, notre souci sera de déterminer quels sont les déficits qui les caractérisent et s’il est possible d’identifier des sous-groupes d’enfants présentant des déficits différents. Cette étude vise d’une part à déterminer si l’on retrouve en arabe comme

en français, en anglais ou en portugais des sous-groupes caractérisés soit par un trouble phonologique isolé soit par un trouble isolé de l’empan VA, soit par un double déficit de l’empan VA et phonologique. La mise en évidence d’une telle hétérogénéité permettrait de mieux cibler les prises en charge à proposer à ces enfants. Notre second objectif plus théorique est de montrer la pertinence de l’empan VA dans l’apprentissage de la lecture en langue arabe. Les objectifs et hypothèses spécifiques à cette recherche seront exposés plus précisément dans la section portant sur l’étude 2.

2. Hypothèses générales

Globalement, nous posons trois hypothèses principales :

- L’empan VA est modulé par les caractéristiques des langues (étude 1)
- L’empan VA contribue à expliquer les performances de lecture chez les enfants arabophones (étude 2).
- Il existe un sous-groupe d’enfants faibles lecteurs arabophones qui présente un déficit unique de l’empan VA (étude 2).

Ces trois hypothèses générales seront précisées dans chacune des deux études.

3. Méthodologie générale

Les deux études qui ont été conduites portent sur des populations différentes à qui ont été proposées des épreuves différentes. Cette partie générale se contente donc de présenter globalement les populations étudiées et les épreuves d’empan visuo-attentionnel que nous avons développées spécifiquement pour la langue arabe. Les informations précises relatives à la population et les autres épreuves proposées seront présentées en détail dans chacune des études séparément.

3.1. Population

L'étude 1 porte sur de jeunes adultes normo-lecteurs. Les participants ont été recrutés à l'Université parmi les étudiants de licence pour le français et l'espagnol. Les étudiants irakiens étaient tous inscrits en doctorat en France. Les étudiants français ont été recrutés à l'Université Pierre Mendès France à Grenoble. Les passations ont été effectuées par un psychologue vacataire de langue maternelle française. Les étudiants espagnols ont été recrutés au pays basque et les passations ont été effectuées par une étudiante en thèse (Alexia Antzaka) de langue maternelle espagnole. Les étudiants irakiens ont été recrutés à Grenoble et testés dans leur langue maternelle.

Les trois groupes de jeunes adultes avaient pour langue maternelle le français, l'espagnol ou l'arabe. Tous avaient appris une langue seconde mais aucun n'était bilingue. La plupart des étudiants français avaient appris l'anglais au collège et lycée mais aucun ne pratiquait cette langue régulièrement. Les étudiants espagnols avaient des connaissances en Basque mais ne maîtrisaient pas cette autre langue. Les étudiants irakiens avaient reçu une année d'instruction en français sans pour autant maîtriser la langue.

Tous les étudiants retenus pour l'étude étaient bons lecteurs et aucun ne disait avoir eu des difficultés d'apprentissage de la lecture. Aucun n'avait de trouble visuel ou auditif, certains portaient des lunettes de correction. Aucun n'avait d'histoire médicale particulière qui puisse évoquée un problème neurologique ou psychiatrique grave.

Ils ont tous été recrutés en tant que volontaires et tous ont signé une feuille de consentement éclairé pour participation à l'étude.

L'étude 2 porte sur des enfants irakiens testés en Irak dans leurs écoles. Des autorisations officielles ont été obtenues auprès du ministère Irakien. Les passations se sont faites avec l'accord des écoles et les parents ont accepté que leurs enfants participent à l'étude qui était menée dans les locaux de l'école. Les enfants recrutés étaient tous de langue maternelle arabe et monolingues. Ils ont été recrutés en 4^{ème} et en 5^{ème} année du primaire. Nous avons demandé des détails sur les élèves notamment sur l'absence de difficultés liées à l'intelligence ou à des troubles mentaux ou des difficultés liées aux questions sociales. Les participants n'avaient pas de trouble sensoriel ou auditif. Nous avons évalué la qualité de la scolarisation (régulière ou non, nombre

d'années d'apprentissage de la lecture) et l'environnement familial (présence de livres à la maison, usage de la lecture, niveau de scolarisation des parents). Nous nous sommes assurés que l'enfant ne souffrait pas de trouble psychiatrique ou d'atteinte cérébrale (lésion, épilepsie). Le niveau intellectuel a été évalué par le test de Raven et les données des enfants ayant un score anormalement faible ont été exclues des analyses (voir précisions Etude 2).

Notre objectif étant d'étudier en priorité les élèves qui présentaient des difficultés et de les comparer à une population de bons lecteurs, nous avons demandé aux enseignants de nous signaler dans leur classe quels étaient les élèves à l'aise en lecture et ceux en retard ou moins bons lecteurs. Les enfants mauvais lecteurs semblent répondre aux critères de dyslexies puisque :

- ils ont un QI normal.
- Ils ont suivi l'école régulièrement et ont une scolarisation appropriée.
- Ils sont dans un environnement normalement stimulant.
- Ils présentent un retard significatif d'apprentissage de la lecture.
- Ils n'ont pas de trouble sensoriel visuel ou auditif.

Néanmoins nous ne disposons pas d'évaluation clinique de leur acuité visuelle et auditive, et les informations recueillies sur leur histoire médicale sont uniquement issues de questionnaires sans preuve directe de l'absence d'épisodes pathologiques ayant pu entraîner des difficultés d'apprentissage. Nous parlerons donc de mauvais lecteurs plutôt que de dyslexiques par mesure de précaution.

3.2. Les épreuves expérimentales

Les sujets adultes participant à l'étude 1 ont été soumis aux épreuves d'empan VA dans les conditions de report global et partiel, à l'épreuve d'identification de lettres isolées et à une épreuve de lecture de texte.

Les informations précises sur ces épreuves seront présentées dans chapitre III. Nous ne décrirons ici que les épreuves d'empan VA mises au point en langue arabe. Les épreuves utilisées en français et en espagnol sont les épreuves classiques décrites dans de nombreuses études précédentes (e.g., Bosse et al., 2007). Nous avons utilisé des épreuves de 5 lettres pour évaluer

les capacités d'empan VA des adultes arabophones comme cela se fait habituellement pour les adultes francophones et hispanophones.

Les enfants qui ont participé à l'étude 2 ont été soumis à une batterie d'épreuves plus importante. Ils ont tous passé des épreuves de lecture (lecture de texte, lecture de mots isolés courts et longs, lecture de mots inventés, compréhension de texte), des épreuves de conscience phonologique (jugement de rimes et suppression syllabique) et les épreuves d'empan VA (report global et partiel de lettres et épreuve d'identification de lettres isolées). Nous ne décrivons ici que les épreuves d'empan VA qui leur ont été proposées.

3.2.1. Les épreuves de report global et partiel pour les adultes arabophones

Les épreuves classiquement utilisées pour les lecteurs de langues européennes consistent à présenter des séquences de 5 consonnes (e.g., R H S D M) choisies aléatoirement dans un ensemble de 10 consonnes ("B, P, T, F, L, M, D, S, R, H").

Il n'y a pas d'écriture majuscule en langue arabe. Dix consonnes ont été sélectionnées parmi les 28 lettres de l'alphabet arabe :

ث، ح، د، ع، ف، ص، ط، ك، هـ، ي

La série de lettres a été choisie de façon à ne présenter qu'un exemplaire de chacune des formes de base. Ainsi, une seule des lettres partageant la même base a été retenue pour le groupe ت، ب، ث، par exemple.

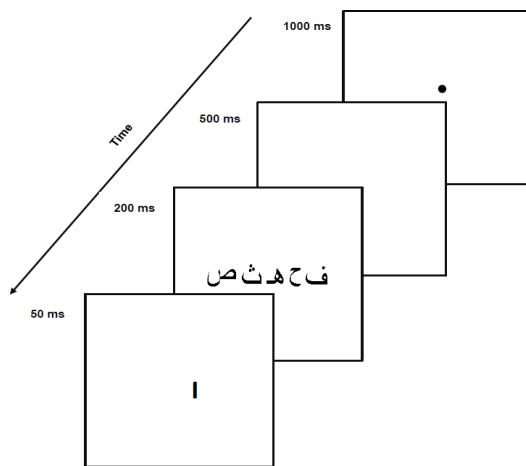
Des séquences de 5 lettres ont été construites de façon à ce que :

- chacune des lettres apparait un nombre égal de fois dans chaque position
- toutes les lettres sont différentes dans une séquence donnée
- aucune séquence ne renferme une racine existant dans un mot de la langue arabe

Les lettres présentées en séquence sont espacées les unes des autres de façon à minimiser ou annuler les effets de « crowding ». La mesure d'espacement a été calculée sur la base des données disponibles en langue anglaise, donc avec l'alphabet latin. Aucune étude similaire menée en langue arabe n'était disponible.

La Figure 15 donne un exemple des deux conditions de report global et partiel. Dans les deux conditions, les 5 lettres sont présentées centrées sur le point de fixation (position 3). Les séquences sont présentées pendant 200 ms à l'écran. Dans la condition de report global, les participants doivent dénommer l'ensemble des lettres qu'ils ont pu identifier. On ne leur demande pas de les dénommer dans l'ordre d'apparition à l'écran et le score ne tient compte que du nombre de lettres correctement identifiées et pas de l'ordre de rappel de ces lettres. L'épreuve de report global comprend 20 séquences expérimentales précédées de 10 essais d'entraînement.

Partial Report



Global Report

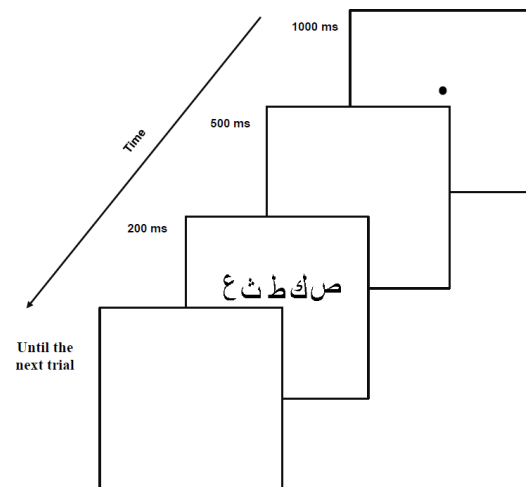


Figure 15. Les procédures pour l'évaluation d'empan visuo attentionnel pour les deux tâches Rapport global et Rapport partiel (Essais à 5 lettres) pour les adultes arabophones.

En report partiel, une barre est présentée après la disparition de la séquence des 5 lettres et les participants doivent donner le nom de la lettre qui apparaissait précédemment dans la position indiquée. La barre est présentée aléatoirement sous une des 5 lettres. Au total, 10 lettres cibles sont indicées pour chacune des positions. Les participants réalisent 50 essais expérimentaux précédés de 10 essais d'entraînement.

Les épreuves en langue arabe ont été conçues pour être les plus proches possible des épreuves utilisées pour l'alphabet latin.

3.2.2. Les épreuves de report global et partiel pour les enfants arabophones

Les passations effectuées auprès des adultes irakiens experts en lecture ont montré que les deux épreuves de report global et partiel étaient difficiles à réaliser et que leurs scores étaient plus faibles globalement que ceux des participants francophones et hispanophones (voir Etude 1). Des études pilotes menées auprès des enfants ont montré que les épreuves construites avec 5 lettres étaient trop difficiles pour eux. Afin d'éviter des effets plancher, les épreuves proposées aux élèves de 4^{ème} et 5^{ème} année ont été modifiées de façon à ne présenter que 4 lettres au lieu de 5. La méthodologie générale de choix des lettres et de construction des séquences est identique à celle décrite précédemment pour les adultes (voir méthodologie, étude 2). Une représentation schématique des épreuves est présentée dans la Figure 16.

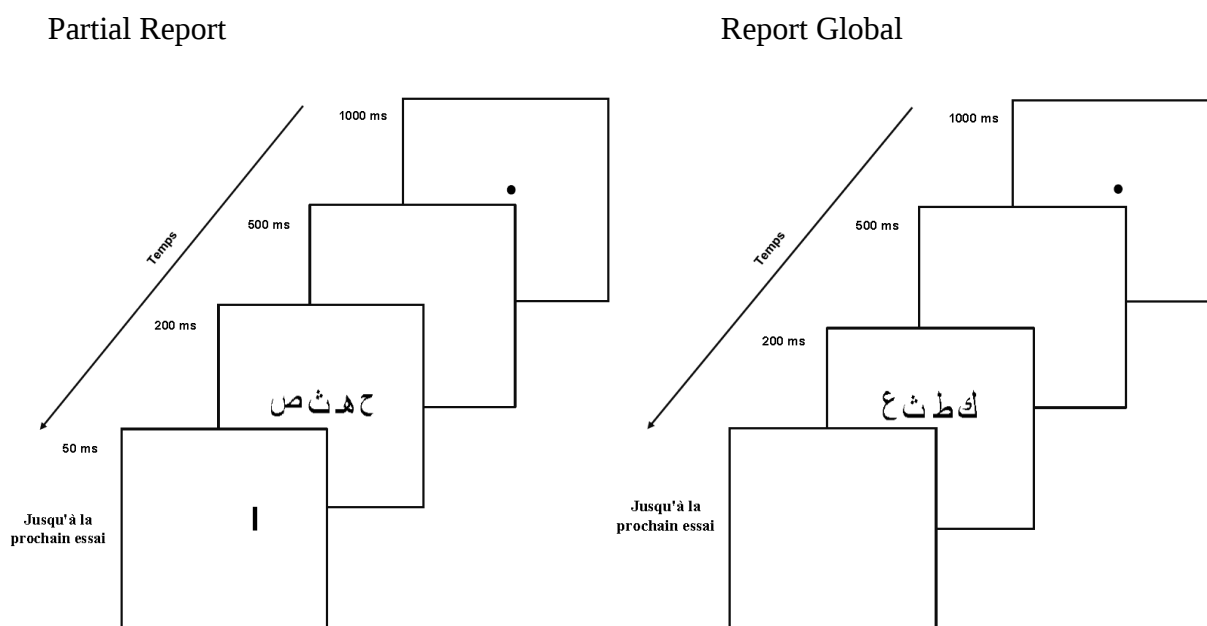


Figure. 16 Les procédures pour l'évaluation d'empan visuo attentionnel pour les deux tâches Rapport global et Rapport partiel (Essais à 4 lettres) pour les enfants arabophones.

Parmi les difficultés de lecture, la dyslexie est l'une des principales rencontrées par les enfants. De plus, c'est un terme souvent mal compris, source de confusion par rapport à l'ensemble des problèmes de lecture. La plupart des recherches ont montré que la dyslexie est un déficit durable et significatif du langage écrit qui ne peut s'expliquer par une cause évidente. Dans ce contexte, plusieurs types de dyslexie existent, dont la dyslexie « phonologique »: l'enfant éprouve des difficultés à associer une graphie à un son, ce qui pose des problèmes pour accéder au stade alphabétique. Nous allons aborder ce point dans l'étude II pour connaître la nature du déficit phonologique indépendamment d'autres déficits et s'il est plus fréquent que les autres. Bien que les troubles dyslexiques soient classiquement attribués à un déficit phonologique, l'hypothèse d'un trouble d'origine visuo-attentionnelle a été formulée dans le cadre du modèle de lecture « Multi-Trace ». Le déficit touche alors une composante, l'empan visuo-attentionnel (VA), qui serait notamment impliquée dans l'acquisition des connaissances lexicales orthographiques. Nous allons aborder ce point dans l'étude II pour connaître la nature du déficit l'empan VA, aux fins de savoir si le déficit de l'empan VA est représenté indépendamment du déficit phonologique.

La partie expérimentale

CHAPITRE IV : ETUDE 1

Etude des capacités d'empan VA de lecteurs experts en français, espagnols et arabes

La première étude expérimentale que nous avons effectuée a été menée auprès de jeunes adultes recrutés à l'Université. L'objectif général étant de vérifier si l'empan VA varie selon les caractéristiques des langues, nous avons comparé les performances en empan VA de locuteurs arabophones, francophones et hispanophones. Cette étude a fait l'objet d'un article :

Awadh, F., Phénix, T., Antzaka, A., Lallier, M., Carreiras, M. et Valdois, S. (en révision). Cross-language modulation of the VA span: A Spanish-French-Arabic comparison in adult skilled readers. *Frontiers in Psychology (Cognition)*.

Cette étude a bénéficié d'une collaboration avec plusieurs membres du BCBL (Basque Centre for Brain and Language) qui ont recruté et testé les participants hispanophones. Dans l'introduction qui suit nous mentionnerons les données de la littérature sur lesquelles nous nous sommes basés pour la formulation des hypothèses spécifiques qui seront ensuite présentées. Suivra l'exposé de la méthodologie propre à l'étude puis les résultats et la discussion.

1. Introduction

Comme nous l'avons dit dans la revue de littérature (Chapitre 1), l'empan visuo attentionnel est défini comme le nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément (en une seule fixation) dans une configuration de plusieurs éléments (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007). Le rôle de l'empan VA est essentiel en lecture (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998). Les apprentis lecteurs qui ont de bonnes capacités d'empan VA peuvent allouer des ressources attentionnelles sur davantage de lettres simultanément, ce qui leur permet de traiter des séquences de lettres plus longues. En conséquence, la taille de l'empan VA va affecter à la fois la lecture de mots et la lecture de pseudo-mots. Les enfants qui ont de meilleures capacités d'empan VA ont de meilleurs scores en lecture de mots irréguliers (Bosse et Valdois, 2009), une plus grande vitesse de lecture (Lobier et al., 2013) et de plus faibles effets de longueur (Van den Boer, 2013). Ceci suggère qu'un empan VA large favorise la procédure

globale de lecture. Cependant, les capacités d'empan VA influent aussi sur la lecture des pseudo-mots (Bosse et Valdois, 2009). Puisque la taille de l'empan VA détermine le nombre de lettres qui peuvent être traitées simultanément, celle-ci conditionne la taille des unités orthographiques pré lexicales qui seront traitées (Valdois et al., 2004). En conséquence, Zoubrinetzky et al. (2014) ont montré que les enfants dyslexiques dont l'empan VA est anormalement réduit ont tendance à segmenter de façon erronée les graphèmes longs. Ainsi, une séquence comme « teau » peut être lue « té »-« au », le graphème long « eau » étant segmenté en deux unités plus courtes « e » et « au ». Les capacités d'empan VA affectent ainsi la taille des unités orthographiques pertinentes qui peuvent être traitées pendant la lecture.

Le rôle de l'empan VA en lecture normale ou atypique a été étudié dans différentes langues – le français (Bosse et Valdois 2009; Lobier et al., 2012a; Zoubrinetzky et al., 2014), l'anglais (Bosse et al., 2007), le néerlandais (van den Boer et al., 2013) et le portugais brésilien (Germano, Reilhac, Capellini et Valdois, 2014).

Ces études présentent néanmoins deux limites principales: les études précédentes se sont limitées aux langues européennes et l'empan VA était évalué indépendamment dans chaque langue, empêchant ainsi la comparaison inter-langues. Lorsque les capacités d'empan VA ont été évaluées chez des lecteurs bilingues - français/espagnol (Lallier, Carreiras, Tainturier, Savill et Thierry, 2013 ; Lallier, Valdois, Lassus-Sangosse, Prado et Kandel, 2014; Valdois, Peyrin, Lassus-Sangosse, Lallier, Démonet et Kandel, 2014), et français/espagnol-basque (Lallier, Acha et Carreiras, in press), les résultats ont montré qu'apprendre à lire dans deux langues qui diffèrent quant à leur degré de transparence affecte la taille de l'empan VA comparativement à des lecteurs monolingues ou bilingues instruits dans des langues de même niveau de transparence.

Nous nous sommes donc dans un premier temps interrogés sur les facteurs qui peuvent moduler la taille de l'empan VA selon les langues. Par ailleurs, cette étude étant la première à porter sur la langue arabe, nous avons étudié les profils de réponse sur les tâches d'empan VA de façon à déterminer s'ils varient en fonction du sens de lecture (gauche-droite en français et espagnol ; droite-gauche en arabe). Enfin, nous avons étudié les relations entre empan visuo-attentionnel et vitesse de lecture dans les trois langues.

1.1. Quels facteurs sont susceptibles de moduler la taille de l'empan VA

1.1.1. L'effet de la transparence de la langue

Les études inter-langues menées sur les langues européennes ont principalement mis l'accent sur la distinction entre orthographe transparente et opaque. Les orthographe transparente sont généralement décrites comme ayant des correspondances simples et directes (un-pour-un) entre graphèmes et phonèmes. Les orthographe opaque ont des correspondances plus complexes. Cependant, la dichotomie transparent/opaque reflète également des différences dans la taille des unités orthographiques pertinentes. Les graphèmes sont généralement plus courts dans les langues transparentes et s'appuyer sur des unités plus grandes permet d'établir une correspondance orthographe-phonologie plus cohérente dans les langues opaques (Ziegler et Goswami, 2005). En cela, la comparaison français-espagnol est donc apparue comme particulièrement pertinente. Dans l'orthographe transparente de l'espagnol, chaque graphème représente généralement un seul phonème et la plupart des graphèmes espagnols sont composés d'une seule lettre. Au contraire, dans l'orthographe française plus profonde, beaucoup de graphèmes ont plus d'une lettre (e.g., "ou", "eau", « ph ») et même les graphèmes à une lettre sont souvent dépendants du contexte (comme c, g, s), ce qui nécessite de traiter simultanément plus d'une lettre de la séquence.

Le classement de l'orthographe arabe sur le continuum transparent/opaque n'est pas simple (Saiegh-Haddad et Henkin-Roitfarb, 2014). La langue arabe peut s'écrire de deux orthographe différentes. Dans l'arabe voyellé, les relations orthographe-phonologie sont totalement transparentes, tant que les signes diacritiques sont utilisés pour marquer les voyelles courtes. Les unités orthographiques sont composées d'un seul caractère (lettres ou signes diacritiques). Cette orthographe très peu profonde est utilisée pour les lecteurs débutants mais la majeure partie de l'écriture arabe destinée aux bons lecteurs (adultes ou enfants après plusieurs années d'apprentissage) n'est pas voyellée. En effet dans la plupart des textes arabes, les voyelles courtes sont manquantes de telle sorte que la séquence orthographique du mot ne traduit pas toute l'information phonémique.

Il s'ensuit que l'écriture non voyellée de l'arabe peut être considérée comme une orthographe profonde, non pas à cause de relations lettres-sons inconsistantes mais en raison de l'absence de

marqueurs orthographiques pour les voyelles. D'autre part, en arabe, comme dans les langues sémitiques en général, la structure morphologique des mots est essentielle pour la lecture (Frost, 2012; Perea, Mallouh et Carreiras, 2014). L'essentiel des informations morphologiques sur les racines (squelette consonantique) et les patterns vocaliques (principalement des voyelles longues à valeur morpho-syntaxique) est toujours complètement représenté dans les mots écrits, même dans l'écriture arabe non-voyellée. Cette information morphologique représentée systématiquement augmente la transparence de l'écriture arabe non-voyellée. Les morphèmes racines fournissent la signification globale des mots dont la forme phonologique est principalement déduite du contexte de la phrase ou du texte (Abu Rabia, 1997).

Nous avons identifié la transparence orthographique comme une première caractéristique susceptible d'influencer les capacités d'empan VA. L'apprentissage de la lecture dans une orthographe plus opaque pourrait améliorer le traitement d'unités orthographiques prélexicales plus grandes et moduler l'empan VA. Lallier et al. (Sous presse) ont montré que les capacités d'empan VA diffèrent chez les bilingues français-basque et espagnol-basque. Les enfants français-basque ont de meilleures capacités d'empan VA, ce qui pourrait suggérer que l'orthographe opaque du français a renforcé l'utilisation de plus grandes unités. Suivant ce raisonnement, les lecteurs espagnols et arabes qui ont été entraînés à traiter lors de l'acquisition de la lecture des unités sous lexicales plus petites pourraient avoir un empan VA plus petit que les lecteurs français qui ont eu à traiter des unités sous lexicales plus longues.

1.1.2. L'effet des contraintes orthographiques

Toutefois, la taille d'empan VA peut également varier en fonction des contraintes de traitement orthographique de la langue au niveau du mot. Il est clairement établi que lecteurs qualifiés des langues opaques traitent les mots globalement. En anglais, Adelman, Marquis et Sabatos-DeVito (2010) ont montré que l'identification de toutes les lettres du mot commence simultanément après seulement quelques millisecondes de présentation visuelle. Des résultats similaires ont été rapportés pour les chaînes de 5 consonnes en français (Marzouki et Grainger, 2014). Aucune preuve directe n'est disponible pour les lecteurs experts espagnols. Toutefois, leur lecture très fluente des mots (Suarez-Coalla et Cuetos, 2012) et l'existence d'une dissociation entre la lecture de mots et de pseudo-mots dans la dyslexie (Jimenez, Rodriguez et Ramirez, 2009) suggèrent que les mots sont traités globalement en espagnol comme dans les langues plus

opaques (français ou anglais). En conséquence, les capacités d'empan VA devraient être similaires dans les langues comme le français et l'espagnol qui exigent que l'ensemble des lettres du mot soient traitées en parallèle, mais différer en arabe (Boudelaa, 2014). En effet, la reconnaissance des mots dans les langues sémitiques est d'abord basée sur l'analyse des lettres (3 consonnes en général) qui composent la racine (Boudelaa, 2014; Deutsch et Rayner, 1999; Farid et Grainger, 1996; Perea, Mallouh, Carreiras, 2010; Velan et Frost, 2011). Les lecteurs qualifiés développent ainsi une expertise pour l'identification des lettres racines, mais ne démontrent pas de compétences de traitement parallèle de la séquence des lettres du mot (Abdulhadi, 2011).

1.1.3. L'effet de la complexité des lettres

L'utilisation de différents alphabets en français /espagnol et arabe pourrait également affecter différemment les performances dans les tâches de rapport de lettres que nous avons utilisées pour évaluer l'empan VA. La recherche précédente sur le traitement d'une lettre isolée a montré que les lettres arabes sont plus difficiles à identifier que les lettres latines (Abu Rabia, 2004, Ibrahim, Eviatar, Aharon et Peretz, 2002, 2007; Pelli, Burns, Farell et Moore-Page, 2006). Même les lecteurs qualifiés arabes montrent des temps de réaction plus lents pour le traitement des lettres arabes que pour les lettres latines (Carreiras, Perea, Gil-López, Mallouh et Salillas, 2013; pour une revue de question: Eviatar et Ibrahim, 2014). Le traitement des chaînes de lettres des participants arabes pourrait donc refléter en partie la difficulté de discrimination des lettres arabes par rapport aux lettres latines. En conséquence, les capacités d'empan VA pourraient être réduites en arabe par rapport à l'espagnol ou au français.

Pour résumer, nous avons identifié trois sources potentielles de variation de la taille de l'empan VA selon les langues :

- les différences dans la taille des unités sub- lexicales entre langues opaque et transparente ;
- le traitement parallèle des lettres du mot entier dans les langues européennes versus un traitement orthographique basé sur le traitement préférentiel des lettres de la racine du mot dans les langues sémitiques
- la capacité de discrimination des lettres qui diffère dans l'alphabet latin et l'alphabet arabe.

Ces hypothèses seront testées dans le cadre de l'étude 1. Une deuxième question était de savoir si les profils de réponse sur les épreuves d'empan VA étaient affectés par le sens de lecture.

1.2. Effet du sens de lecture

Un certain nombre d'études dans la littérature se sont interrogées sur l'effet du sens de lecture. Ces études ont été menées principalement en relation avec les concepts d'empan perceptif et de position optimale du regard.

1.2.1. Effet du sens de lecture sur l'empan perceptif

Plusieurs études ont examiné l'influence du sens de lecture sur l'empan perceptif, défini comme la zone de texte dont est extraite l'information au cours d'une seule fixation (Rayner, 1986). L'empan perceptif est généralement mesuré en utilisant le paradigme de fenêtre mobile autour du point de fixation. Dans ce paradigme, une région de texte délimitée par une fenêtre s'étendant autour de position du regard est affichée en clair, mais le texte en dehors de la fenêtre est masqué (remplacé par des X ou un pattern uniforme ; e.g., xxx xxxs la fenêtre ouvxxxxx). Il a été montré que la vitesse de lecture est normale en anglais lorsque la fenêtre mobile s'étend asymétriquement vers la droite. En fait, une asymétrie de l'empan perceptif à droite est rapportée dans les langues se lisant de gauche à droite (Rayner, 1986, 2009), mais une inversion de l'asymétrie est trouvée pour les langues se lisant de droite à gauche, comme l'hébreu (Pollatsek, Bolozky, Well et Rayner, 1981) ou l'ourdou (Paterson, McGowan, Blanc, Malik, Abedipour et Jordan, 2014). En conséquence, les bilingues anglais-arabe montrent des performances de lecture supérieures en arabe pour les fenêtres s'étendant vers la gauche, mais un avantage pour une asymétrie vers la droite lors de la lecture en anglais (Jordan, Almabruck, Gadalla, McGowan, White et al., 2014). Toutefois, ces effets pourraient refléter avant tout des contraintes liées au traitement des mouvements oculaires. En effet, un empan de perception asymétrique dans le sens de la lecture renforce le traitement parafovéal qui fournit des informations sur le mot qui suit et contribue à la programmation du mouvement oculaire saccadique suivant. Ainsi, les études sur la taille de l'empan perceptif ne fournissent pas de preuves solides d'effets du sens de lecture au niveau du mot.

1.2.2. Effet du sens de lecture sur la position optimale du regard

D'autres données suggèrent que les habitudes de lecture peuvent modifier la façon dont nous traitons les mots individuels et les chaînes de consonnes. Beaucoup d'études ont porté sur les capacités d'identification des mots écrits selon la position du regard dans le mot. Cet effet, connu sous le nom d'optimal viewing position ou effet de position de visualisation optimale (Nazir, Heller et Sussman, 1992; O'Regan et Jacobs, 1992) est caractérisé par une asymétrie gauche-droite dans les langues européennes. La probabilité de reconnaître avec précision un mot lors d'une seule fixation est plus élevée lorsque la fixation est légèrement à gauche du centre de ce mot. Par exemple, le taux d'identification du mot « TABLE » sera optimal lorsque la fixation porte sur les lettres « A » ou « B », mais les capacités d'identification chutent lorsqu'on s'éloigne de cette position optimale. La performance est particulièrement dégradée lorsque la fixation est sur la lettre finale (« E ») et la performance encore plus faible dans cette condition que lorsque l'on fixe la lettre initiale (« T »). L'asymétrie est moins claire pour les langues lues de droite à gauche (Brysbaert et Nazir, 2005). L'effet de position de visualisation optimale a été signalé comme plus symétrique en arabe dans une étude de Farid et Grainger (1996). Mais dans cette étude les mots comportaient soit un préfixe soit un suffixe et des asymétries gauche-droite divergentes étaient observées selon la structure morphologique des stimuli. Cette étude ne permet donc pas de conclure quant à un éventuel effet du sens de lecture pour des mots de structure morphologique plus homogène. Cependant, l'asymétrie gauche-droite a été rapportée, selon le sens de lecture dans une tâche d'identification d'une lettre unique au sein d'une chaîne de xxx (Nazir, Ben-Boutayad, Decoppet, Deutsch et Frost, 2004). Les lettres latines étaient mieux identifiées par les lecteurs anglophones lorsqu'elles étaient présentées à la gauche du point de fixation, mais un avantage de la présentation à droite était signalé pour les lettres en hébreu. Ces résultats suggèrent une influence du sens de la lecture sur le traitement des chaînes de lettres non-lexicales.

Dans l'étude 1, nous avons utilisé les tâches de traitement simultané de séquences de lettres de report global et partiel pour évaluer les capacités d'empan VA (Bosse et al., 2007, 2009; Lassus-Sangosse, N'Guyen-Morel et Valdois, 2008; Lobier et al., 2012a; Prado, Dubois et Valdois, 2007; Valdois et al., 2012). Nous nous sommes focalisés sur les profils de réponse sur les épreuves de report global et de report partiel. L'analyse de ces profils a peu été étudié dans les

études antérieures mais les quelques données publiées pour le français montrent un gradient gauche-droit de réponse en situation de report global et une réponse plus symétrique en report partiel (Valdois et al., 2003). Un effet du sens de lecture sur les profils de réponse d'empan VA prédirait un avantage des lettres à la gauche du point de fixation pour le français et l'espagnol (gradient gauche-droite), mais un avantage pour les lettres de droite (gradient droite-gauche) en arabe. La seconde question sera de déterminer si ces effets s'observent de façon similaire dans les conditions de report global et partiel. Les études antérieures sur les habitudes de lecture suggèrent que le sens de lecture modifie fondamentalement la façon dont nous traitons notre environnement. Des effets de ce type ont été décrits dans diverses tâches non seulement celles qui utilisent des lettres ou des mots mais également dans des contextes non-linguistiques, comme le jugement de perception (Morikawa et McBeath, 1992), le jugement esthétique (Chokron et Agostini, 2000), la perception des expressions faciales (Vaid et Singh, 1989) ou la représentation spatiale des chiffres (Shaki, Fischer et Petrusic, 2009). Ces effets très généraux suggèrent que l'effet du sens de lecture devrait être généralisé aux deux conditions globale et partielle des tâches d'empan VA.

Pour résumer, cette étude poursuit deux objectifs principaux. Nous allons d'abord examiner si les capacités d'empan VA varient chez les lecteurs adultes français, espagnols et arabes en fonction des différences de transparence des langues, de leurs contraintes de traitement orthographique ou de la complexité des lettres selon les alphabets utilisés. Deuxièmement, nous allons étudier si la configuration de la performance de l'empan VA est affectée par le sens de lecture et si ces effets sont similaires en rapport global et partiel. Les participants ont également été soumis à une épreuve de lecture de texte qui nous permettra d'explorer si la relation entre l'empan VA et vitesse de lecture varie dans les trois langues.

2. Matériels et méthodes

2.1. Participants

Les 123 participants étaient des lecteurs adultes experts de langue arabe, espagnole ou française. Ils étaient tous des locuteurs natifs de l'une de ces trois langues. Tous avaient quelques connaissances de base d'une autre langue (anglais pour les participants français, français pour les participants arabes; basque (N = 18) ou anglais (N = 24) pour les participants espagnols) qu'ils avaient apprise comme langue seconde au cours de l'école secondaire, ou à l'âge adulte pour les participants irakiens arabophones.

Tous les participants étaient des étudiants de l'Université. Les participants français et espagnols étaient des étudiants de premier cycle recrutés respectivement en France et en Espagne. Les participants irakiens étaient des étudiants de niveau doctorat, bénéficiant d'une bourse du gouvernement irakien. Ils étaient résidents en France pour leur formation universitaire au moment du test. Aucun des participants n'a signalé de difficulté d'apprentissage pendant l'enfance. Tous étaient droitiers et avaient une vision normale ou corrigée. Le groupe arabe de 42 participants (19 femmes) avait un âge moyen de 29,4 ans (SD = 6,7). L'âge moyen du groupe français de 39 participants (24 femmes) était de 22 ans 5 mois (SD=6,1). Les participants espagnols (N = 42, 32 femmes) avaient 22,3 (2,3) ans en moyenne. Les deux groupes français et espagnols avaient des âges chronologiques similaires ($F < 1$). Le groupe arabe était légèrement plus âgé que les deux autres groupes ($F(1,120) = 46,7$, $MSE = 28,9$, $p < 0,0001$). Tous les participants ont été testés dans leur langue maternelle. Des formulaires écrits de consentement ont été signés par tous les participants garantissant leur consentement éclairé et leur participation en tant que volontaires.

2.2. Les tâches expérimentales

2.2.1. Les tâches d'empan VA

Stimuli: Les séquences de lettres aléatoires ont été construites à partir de 10 consonnes ("B, P, T, F, L, M, D, S, R, H") de l'alphabet pour le français et l'espagnol ; 10 consonnes¹ ont également été utilisées en arabe (ث, ح, د, ع, ف, ص, ط, ك, هـ, ي) (voir annexe I, II, III, IV).

Les lettres ont été présentées en noir sur un fond blanc. Les lettres majuscules (Arial, 7 millimètres de hauteur) ont été utilisées en français et en espagnol. Il n'y a pas de distinction entre minuscules et majuscules en arabe. Les lettres arabes ont été formatées pour avoir la même taille que les lettres latines. Les séquences de lettres sont de longueur semblable dans les trois langues (par exemple, R H S D M; taille angulaire = 5,4°). Elles ne contiennent aucune lettre répétée. Les séquences de 5 consonnes ne correspondent jamais au squelette d'un vrai mot en français ou en espagnol (par exemple: FLMBR pour flamber "brûler"). Deux lettres consécutives ne correspondent pas à un graphème existant (par exemple PH, TH) ou un bigramme fréquent (par exemple TR, PL, BR). Les séquences de lettres arabes n'incluaient jamais de racine morphémique existant en arabe. Les espaces entre les lettres adjacentes ont été augmentés de 0,57° pour minimiser l'encombrement perceptif. Vingt séquences de 5 lettres ont été proposées lors du test en report global. Chaque lettre a été utilisée dix fois et est apparue deux fois dans chaque position. Cinquante séquences de 5 lettres aléatoires ont été utilisées en report partiel. Dix lettres cibles différentes étaient présentées aléatoirement dans chacune des positions de la séquence.

Procédure : Au début de chaque essai, un point de fixation central a été présenté pendant 1000ms suivi par un écran blanc pendant 50 ms. Puis, une séquence de 5 consonnes a été affichée au centre de l'écran pendant 200ms, durée qui correspond à la durée moyenne de fixations en lecture, assez longtemps pour permettre le traitement de la séquence, mais suffisamment courte pour interdire toute saccade utile (un mouvement des yeux permettant une reprise d'informations sur les lettres). Dans la condition de report global, les participants devaient énoncer verbalement le nom des lettres qu'ils avaient pu identifier immédiatement après

¹ Les 10 lettres arabes comprennent la lettre «Ya'» qui est classé comme une consonne de l'alphabet arabe et agit comme une consonne lorsque la lettre est présentée isolément. Cependant, Ya' agit souvent comme une voyelle lorsqu'elle est traitée en contexte (Saiegh-Haddad et Joshi, 2014).

que la séquence ait disparu de l'écran. En report partiel, une barre verticale indiquant la position de la lettre à dénommer a été affichée 1,1 ° en dessous de la lettre cible, après disparition de la séquence de lettres. Chaque lettre a été utilisée comme cible une fois dans chaque position. Les participants devaient identifier seulement la lettre indiquée. Dans les deux tâches, l'expérimentateur appuyait sur un bouton pour lancer le prochain essai après la réponse orale du participant. Les essais expérimentaux ont été précédés par 10 essais d'entraînement au cours desquels les participants ont reçu un feedback sur leur performance. Aucun commentaire n'a été donné lors des essais expérimentaux. La mesure dépendante était le pourcentage de lettres dénommées avec précision (sans prise en compte de leur position au moment du rappel) au cours des 20 essais dans l'épreuve de report global et des 50 essais dans le report partiel.

Une description de la tâche est fournie sur la figure 17 pour la langue arabe.

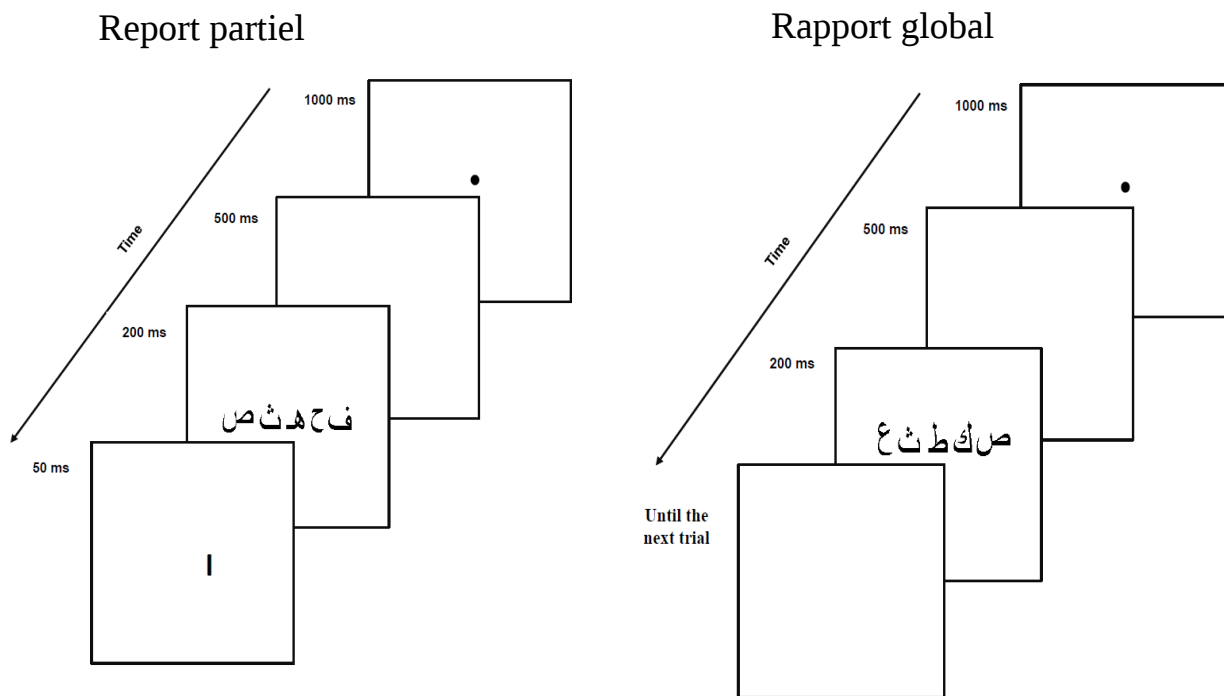


Figure 17. Les procédures pour l'évaluation d'empan visuo attentionnel pour les deux tâches Report global et Report partiel pour lecteurs arabophones experts.

2.2.2 Seuil d'identification des lettres isolées

Pour évaluer les capacités de traitement des lettres isolées, chacune des 10 consonnes (des alphabets latin et arabe) utilisées dans les tâches de report a été présentée en ordre aléatoire (5 fois chacune) au centre de l'écran. Les lettres avaient les mêmes caractéristiques physiques que dans les tâches expérimentales et apparaissaient à l'écran pour une durée variable. Cinq durées de présentation différentes (33, 50, 67, 84 et 101ms) ont été proposées pour chacune des lettres. La tâche commençait par la présentation d'un point de fixation central pendant 500ms suivi de la présentation d'une lettre pendant un des 5 temps retenu. Un masque (13 mm de hauteur, 37 mm de large) était ensuite affiché pendant 150 ms. On a demandé aux participants de nommer chaque lettre immédiatement après sa présentation. Les essais de test ont été précédés par 10 essais d'entraînement, 2 pour chaque temps de présentation) pour lesquels les participants ont reçu des commentaires. Le seuil d'identification correspond à la plus courte durée pour laquelle au moins 80% des lettres ont été identifiées avec précision.

2.2.3. Test de lecture

Les textes en français et en espagnol ont été pris dans des journaux (respectivement "Le Monde" et "El Mundo"). Le texte français est descriptif et rapporte une expérience artistique à Moscou au cours du XXème siècle. Le texte fait partie de la batterie ETULEC pour l'évaluation du niveau de lecture des étudiants de l'Université française (Lassus-Sangosse et al., non publié). Le texte espagnol a été choisi afin de correspondre au texte français en longueur et en difficulté (y compris les noms propres, niveau syntaxique similaire); son sujet était le changement climatique. Le texte arabe rapporte la biographie d'un archéologue irakien (Baqir Taha). Le texte a été construit pour les besoins de l'expérience pour correspondre aux textes français et espagnol. Aucune correspondance stricte n'était possible en l'absence de base de données sur les caractéristiques des mots de la langue arabe, mais les linguistes irakiens ont jugé le texte arabe approprié pour des lecteurs adultes. La plupart des mots ont été présentés sans signes diacritiques à l'exception de quelques mots qui nécessitaient les signes diacritiques pour lever toute ambiguïté (voir annexe VII et VII bis). Pour les trois langues, le texte a été présenté en noir sur une feuille blanche (24x21cm). On a demandé aux participants de lire le texte à haute voix dans un

maximum de trois minutes. Le temps de lecture et le nombre de mots lus avec précision ont été pris en compte. Le nombre de mots lus correctement par minute a été calculé pour chaque participant.

Les participants ont été testés individuellement dans une pièce faiblement éclairée calme dans une seule session. Les tâches d'empan VA, la tâche de lecture et celle du traitement d'une lettre isolée ont été présentées dans un ordre aléatoire qui varie d'un participant à l'autre dans chaque groupe linguistique.

3. Résultats

Les données descriptives générales sur les tâches d'empan VA du report global et partiel ainsi que la lecture des textes sont présentées pour les trois groupes de participants dans le tableau 5.

Tableau 5. Performance (moyenne et écart type) des participants arabes, français et espagnols dans le report global et partiel, la lecture du texte et l'identification d'une seule lettre.

Participants	Report global (max=100)	Report partiel (max=50)	lecture du texte (mots par mn)	Seuil d'Identification d'une seule lettre (msec)
Arabes	72.17 (10.14)	37.52 (7.92)	110.67 (17.50)	54.07 (16.26)
Français	92.82 (6.63)	45.77 (3.84)	157.58 (16.64)	33.31 (2.31) [#]
Espagnols	93.62 (6.08)	46.09 (3.91)	167.43 (25.31)	33.81 (3.66)

Pris à partir des normes de EVADYS (Valdois et al., 2014)

3.1. Comparaison inter-langues des capacités d'empan VA

Comme le montre le tableau 5, les participants français et espagnols ont rapporté plus de lettres que les participants arabes dans les épreuves de report global et partiel. Dans le report global, 4,64 et 4,68 lettres latines ont été correctement identifiées en moyenne à chaque essai, respectivement pour les participants français et espagnols, contre seulement 3,61 en moyenne pour les participants arabes. La performance a été très similaire dans le report partiel avec une moyenne de 4,58 et 4,61 réponses correctes en français et en espagnol contre 3,75 en arabe. Des

analyses de variance (ANOVAs) avec la langue comme variable indépendante ont été effectuées séparément pour chaque tâche. L'effet de la langue était important pour les deux tâches d'empan VA : report global { $F(2,120)=99.65$, $MSE=61.66$, $p<.0001$, $\eta^2=0.62$ } et report partiel { $F(2,120)=31.26$, $MSE=31.36$, $p<.0001$, $\eta^2=0.34$ }. Les comparaisons planifiées ont montré que la performance des participants français et espagnols était similaire dans le report global et partiel (pour les deux tâches, $F(1, 120) < 1$), mais différait significativement de celle des participants arabes (report global: { $F(1, 120) = 199.09$, $MSE = 61.66$, $p < 0.000001$, $\eta^2 = 0.62$ }; report partiel: { $F(1,120) = 62.45$, $MSE = 31.36$, $p < 0.0001$, $\eta^2 = 0.34$ }). Donc, la taille de l'empan VA est similaire pour les lecteurs français et espagnols, mais plus petite pour les lecteurs arabes.

Chez les participants, la moyenne du seuil d'identification de lettres est indiquée dans le Tableau 1 pour les langues arabe et espagnole. Les données françaises ont été perdues en raison de problèmes techniques et les normes françaises prises chez de jeunes adultes du même âge dans le test EVADYS (Valdois et al., 2014) sont fournies dans le tableau 1 à titre indicatif. Ces données suggèrent des capacités de seuil d'identification très similaires en français et en espagnol. La comparaison des compétences de traitement d'une lettre isolée en espagnol et en arabe a montré que les lettres isolées ont été identifiées plus rapidement par les participants espagnols que par les participants arabes { $F(1,82) = 62.07$, $MSE = 138.89$, $p < 0.0001$, $\eta^2 = 0.43$ }. Afin d'évaluer si la performance d'empan VA était liée à la compétence de traitement d'une lettre isolée dans le groupe arabe, un score composite de traitement d'une lettre isolée a été calculé comme la somme de la performance d'identification des lettres pondérée par les durées de présentation. Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre ce score et la performance obtenue tant sur la tâche de report global ($r = -0.04$, $p = 0.78$) que sur la tâche de report partiel ($r = 0.03$, $p = 0.86$).

3.2. Asymétrie des profils de réponse sur les épreuves d'empan VA

Les profils de réponse des trois groupes linguistiques dans le report global et partiel sont présentés dans la figure 18.

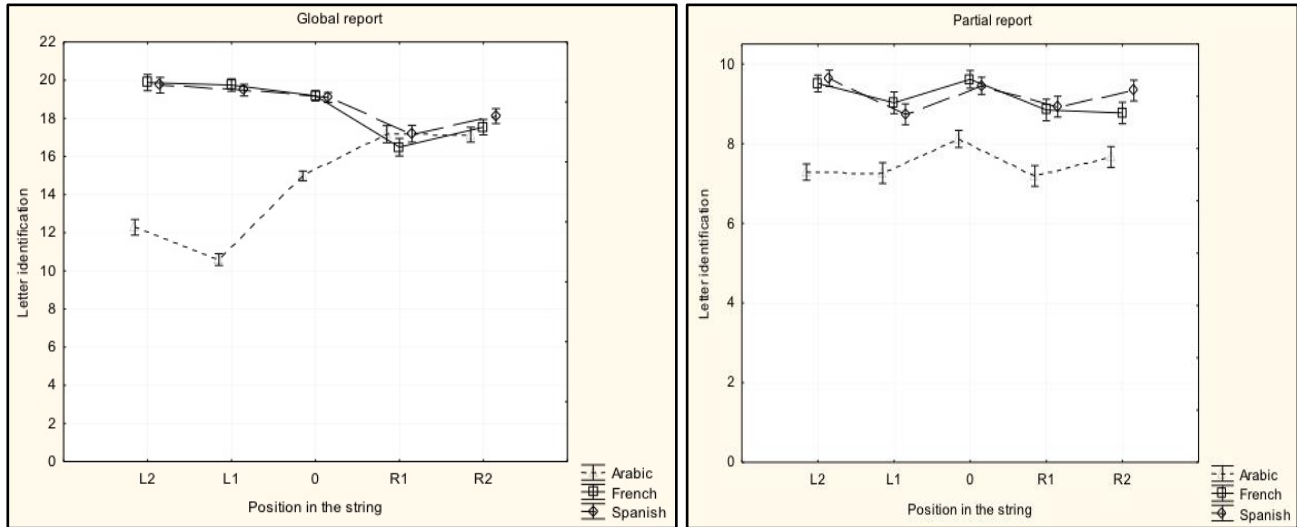


Figure. 18. Nombre de lettres correctement identifiées en report global (à gauche) et partiel (à droite) selon leur position dans la séquence présentée et selon la langue (arabe, français ou espagnol).

La figure 18 montre que la performance en report global est caractérisée par un gradient gauche-droite en français et en espagnol, mais un gradient droite-gauche en arabe. La performance ne semble pas sensible à la position latérale gauche ou droite de la cible dans les conditions de report partiel. Afin d'évaluer plus directement l'asymétrie gauche-droite dans le report global et partiel, deux scores composites ont été calculés en faisant la somme des scores obtenus pour les deux lettres à la gauche et les des deux lettres à la droite du point de fixation. Des analyses de variance (ANOVAs) ont été calculées sur ces valeurs avec la langue comme facteur inter-sujets et la latéralité comme facteur intra-sujet. Les résultats du report global ont montré une interaction langue x latéralité significative $\{F(2, 120) = 112.45, MSE = 32.31, p < 0.00001, \eta^2 = 0.65\}$, un effet principal de langue $\{F(2, 120) = 82.45, MSE = 12.01, p < 0.00001, \eta^2 = 0.58\}$ mais aucun effet principal de latéralité $\{F(1, 120) = 1.58, MSE = 32.31, p = 0.21, \eta^2 = 0.005\}$. Les comparaisons planifiées ont montré un effet de latéralité similaire en français et en espagnol $\{F$

(1,120) = 1,78, MSE = 32,31, $p = 0,19$, $\eta^2 = 0,005$ }, mais une très grande différence entre ces deux groupes et le groupe arabe { $F(1,120) = 223.12$, MSE = 32,31, $p < 0,000001$, $\eta^2 = 0,65$ }. La performance est caractérisée par une asymétrie gauche-droite pour les groupes français ($t(38) = 5,69$, $p < 0,00001$) et espagnol ($t(41) = 5,79$, $p < 0,00001$) alors que les performances des lecteurs arabes se caractérisent par une asymétrie droite-gauche ($t(41) = -11,62$, $p < 0,00001$).

Les résultats des tâches du report partiel sont présentés dans la figure 2. Contrairement au report global, il n'y avait pas d'interaction significative langue x latéralité { $F(1,122) = 2.51$, MSE = 6,27, $p = 0,11$, $\eta^2 = 0,04$ }. L'effet principal de la langue était significatif { $F(2,121) = 30.92$, MSE = 5,50, $p < 0,00001$, $\eta^2 = 0,34$ } mais l'effet de la latéralité ne l'était pas { $F(1,122) = 1,17$, MSE = 6,27, $p = .28$, $\eta^2 = 0,02$ }.

3. 3. Relation entre l'empan VA et la performance en lecture

Comme le montre le tableau 5, les performances de lecture de texte sont meilleures en français et en espagnol avec plus de mots traités par minute que dans la langue arabe. L'analyse de la variance (ANOVA) avec la langue comme variable indépendante a montré un effet principal de la Langue sur la vitesse de lecture { $F(2,120) = 93.33$, MSE = 3702,12, $p < 0,0001$, $\eta^2 = 0,61$ }. Cet effet était principalement dû au fait que les participants arabes ont été plus lents dans la lecture du texte que les français { $F(1,79) = 152.22$, MSE = 2630,59, $p < 0,0001$, $\eta^2 = 0,66$ } ou les espagnols { $F(1,82) = 142,83$, MSE = 4262,31, $p < 0,0001$, $\eta^2 = 0,64$ }. La vitesse de lecture était légèrement plus élevée en espagnol qu'en français { $F(1,79) = 4.21$, PME = 4192,2, $p = 0,044$, $\eta^2 = 0,05$ }.

Des analyses de corrélation ont été calculées entre la performance de lecture de texte et les compétences d'empan VA pour les trois langues séparément. Un score composite d'empan VA a été calculé à partir de la moyenne des performances en report global et partiel ramené au nombre moyen de lettres traitées avec précision à chaque essai. Les nuages de points sont donnés sur la figure 18 pour les trois langues et les deux conditions de report de lettres.

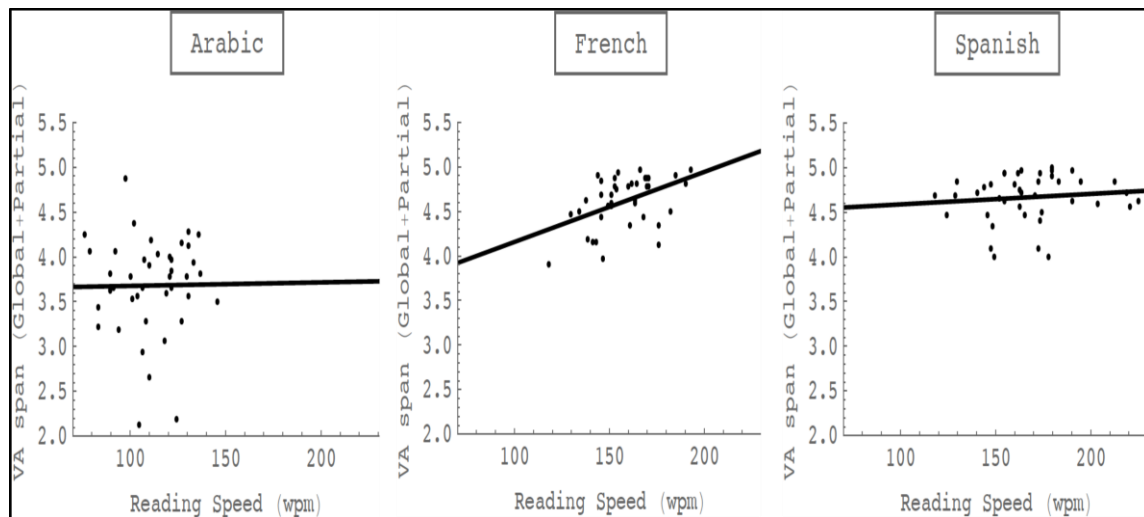


Figure 19. Représentation des corrélations entre les capacités d'empan VA et la vitesse de lecture en français, arabe et espagnol.

Comme le montre la figure 19, la corrélation entre la performance d'empan VA et la vitesse de lecture était significative pour le français ($r = 0,59$, $p < 0,0001$), mais ni pour l'espagnol ($r = -0,02$, $p = 0,89$) ni pour l'arabe ($r = -0,09$, $p = 0,57$).

4. Discussion

On peut supposer que les mêmes mécanismes cognitifs sont impliqués dans la lecture de toutes les langues, quel que soit leur transparence ou leur système d'écriture (Frost, 2012). Cependant, les mécanismes cognitifs de lecture doivent s'ajuster en fonction des caractéristiques spécifiques à la langue. Ici, nous nous sommes concentrés sur l'empan visuo attentionnel (Empan VA), à savoir un processus cognitif du système de lecture impliqué dans le traitement des chaînes de lettres (Bosse et al., 2007, 2009; Lobier et al., 2013). Pour la première fois, nous avons évalué les capacités d'empan VA chez les lecteurs arabes et comparé leurs performances avec celles des lecteurs français et espagnols pour explorer directement l'influence des caractéristiques linguistiques sur l'empan VA.

Les principaux résultats peuvent être résumés comme suit. Tout d'abord, les lecteurs adultes français et espagnols ont montré des capacités d'empan VA similaires. Malgré leur plus haut diplôme universitaire et leur âge plus élevé, les participants arabes ont montré un empan VA réduit par rapport aux deux autres groupes linguistiques. Deuxièmement, les profils d'empan VA étaient caractérisés par une asymétrie gauche-droite dans les conditions du report global. Les lettres de gauche étaient mieux identifiées que les lettres de droite en français et en espagnol, mais un avantage pour les lettres de droite a été trouvé en arabe. Aucune asymétrie gauche-droite ne caractérise le rapport partiel dans toutes les langues. Enfin, les jeunes adultes français et espagnols lisent les textes plus rapidement que les lecteurs arabes mais seuls les participants français ont montré une corrélation significative entre l'empan VA et la vitesse de lecture de texte.

4.1. Les variations dans la taille de l'empan VA

La première conclusion claire de notre étude est que les capacités de l'empan VA sont plus limitées chez les lecteurs arabes par rapport aux lecteurs français et espagnols qui par ailleurs ont eu des résultats similaires dans les tâches d'empan VA. Ces résultats excluent clairement tout impact potentiel de la transparence de la langue sur l'empan VA. Bien que les lecteurs français et espagnols ont appris à traiter des unités de longueur différente lors de l'acquisition de la lecture, leurs empan VA ne sont pas de taille différente.

L'empan VA plus faible des lecteurs arabes pourrait simplement refléter des différences dans la complexité des lettres. De nombreuses études comportementales ont montré que l'identification des lettres arabes est plus difficile que l'identification des lettres latines ((Eviatar et Ibrahim, 2014, pour une revue) et exige peut-être plus de ressources attentionnelles (Abu-Rabia, 2001; Hansen, 2014). Si la quantité d'attention visuelle requise pour le traitement individuel des lettres est supérieure en arabe, alors moins de lettres qu'en français ou en espagnol devraient être identifiées simultanément dans cette langue. Suivant ce raisonnement, nous avons trouvé l'identification d'une lettre isolée plus rapide en espagnol que chez les lecteurs arabes. Toutefois, si l'efficacité du traitement d'une lettre isolée était la principale source de variation d'empan VA, alors nous nous attendons à des corrélations significatives entre l'identification d'une lettre isolée et les compétences d'empan VA. Au contraire, aucune relation significative n'a été trouvée entre ces deux compétences dans le groupe arabe, ce qui suggère que leurs compétences inférieures de

traitement d'une lettre isolée ne sont pas la principale source de leurs faibles capacités d'empan VA. D'autres recherches devraient aborder cette question dans l'avenir. Des études antérieures ont montré que les capacités d'empan VA peuvent être mesurées de manière similaire en utilisant des tableaux de lettres ou de chiffres dans les tâches de report verbal (Valdois et al., 2012) ou dans les tâches de comparaison de séquences (Reilhac et al., 2013) et que des estimations similaires sont obtenues en utilisant un matériau non alphanumérique dans les tâches de catégorisation non-verbales (Lobier et al., 2012). La comparaison inter-langues de l'empan VA sur des tâches utilisant des séquences de chaînes de caractères non alphanumériques fournirait des indications utiles pour savoir si les lecteurs arabes montrent intrinsèquement un empan VA réduit par rapport aux lecteurs de langues européennes.

Les différences d'empan VA en français/espagnol vs. arabe pourraient aussi traduire les différences inter-langues de traitement orthographique des mots. En arabe, comme dans toutes les langues sémitiques, l'identification des mots repose principalement sur le traitement des racines qui véhiculent le sens général des mots (Boudelaa, 2014; Frost, 2012; Perea et al., 2014). Il s'ensuit que toutes les lettres des mots en arabe n'ont pas le même impact sur l'identification des mots. La plupart des informations pertinentes proviennent des trois (ou quatre) lettres du morphème racine. Donc, la reconnaissance du mot arabe peut obliger le lecteur à se focaliser sur les informations sub-lexicales et à se concentrer sur les quelques lettres qui transportent l'information sur l'identité et le sens de la racine (Perea et al., 2010). En accord avec cette hypothèse, certains résultats suggèrent que même les lecteurs qualifiés n'utilisent pas une stratégie globale lors du traitement de mots arabes (Boudelaa, 2014). Cela contraste avec les langues européennes dont le traitement global est la marque de la compétence en lecture. Dans ces langues, toutes les lettres contribuent à l'identité du mot, ce qui nécessite que l'attention se déploie sur toute la chaîne de lettres du mot. Si nous supposons que l'empan VA s'ajuste selon le traitement de l'information orthographique pertinent pour l'identification des mots dans une langue donnée, alors les lecteurs français et espagnols qui doivent traiter toutes les lettres des mots simultanément devraient montrer de plus grandes capacités d'empan VA par rapport aux lecteurs arabes entraînés pour traiter les informations de la racine en priorité. Il est néanmoins clair qu'un travail plus empirique est nécessaire pour soutenir ces considérations. En particulier, malgré la moindre complexité de l'hébreu par rapport aux lettres arabes, un tel raisonnement

prédirait de faibles capacités d'empan VA similaires chez les lecteurs hébreu et arabe, ce qui reste à démontrer.

4.2. Un effet du sens de lecture

La deuxième conclusion clé de notre recherche est que la performance est caractérisée par une asymétrie gauche-droite de directionnalité inverse en arabe par rapport au français et à l'espagnol pour la condition de report global, mais aucune asymétrie gauche-droite ne caractérise la performance en report partiel pour toutes les langues. La preuve d'une asymétrie dans le sens de la lecture dans le report global est compatible avec les recherches antérieures montrant que l'expérience de la lecture modifie la façon dont nous traitons l'information, en général (Chokron, 2000; Shaki et al., 2009) et les chaînes de lettres en particulier (Nazir et al., 2004). Cependant, la robustesse bien documentée des effets du sens de lecture aurait prédit des asymétries gauche-droite similaires dans le report partiel, ce qui n'a pas été trouvé. La preuve d'une asymétrie gauche-droite dans le report global mais pas d'asymétrie dans le report partiel suggère qu'un simple effet de l'expérience de lecture ne peut pas servir d'explication pour les résultats actuels. De tels effets dépendants de la tâche ne peuvent pas être pris en compte non plus par les explications précédemment proposées pour rendre compte des asymétries gauche-droite, à savoir les effets de contraintes lexicales (le fait que les débuts de mots sont plus informatifs) ou la spécialisation des hémisphères cérébraux (le fait que les lettres "vers la gauche" et "vers la droite" ne se projettent pas dans le même hémisphère). Quel mécanisme (s) sous-jacent peut rendre compte des effets dépendants de la tâche observés ici ?

Deux résultats supplémentaires peuvent être source d'information pour tenter de répondre à cette question. Tout d'abord, les estimations d'empan VA généralement obtenues sont très similaires pour les tâches de report global et partiel avec de fortes corrélations entre les deux mesures (Bosse et al., 2007, 2009; Valdois et al., 2014b), ce qui suggère que les mêmes mécanismes sont en jeu dans les deux tâches. Deuxièmement, les recherches antérieures sur l'empan VA ont montré (1) que les performances d'empan VA reflètent principalement la capacité d'attention visuelle disponible pour le traitement (Lobier et al., 2013) et (2) que les corrélats cérébraux de l'empan VA sont les régions attentionnelles du cerveau situées dans le lobe pariétal supérieur bilatéralement (Lobier, Peyrin, Pichat, LeBas et Valdois, 2012b; Peyrin, Démonet, N'Guyen-Morel, Le Bas et Valdois, 2011; Peyrin, Lallier, Démonet, Pernet, Baciú, Le Bas et al., 2012;

Reilhac, Peyrin, Démonet et Valdois, 2013). En conséquence, les facteurs attentionnels peuvent être de bons candidats pour rendre compte des résultats actuels. Lorsque la tâche exige que toutes les lettres soient identifiées avec précision comme dans le report global, l'attention visuelle se déploie sur toute la chaîne de lettres pour déclencher le traitement parallèle de chaque lettre, mais un biais attentionnel acquis par la pratique de la lecture pourrait favoriser le traitement des lettres de gauche dans les langues qui se lisent de gauche à droite, et les lettres de droite dans les langues avec le sens de lecture inverse. Le déploiement de l'attention sur toute la chaîne de lettres est également requis en report partiel, mais dans cette tâche l'orientation de l'attention est manipulée par la présentation de l'indice qui apparaît après disparition de la chaîne de 5 lettres. L'indice donne la position de la lettre qui doit être dénommée alors que le stimulus physique est absent. L'identité de la lettre cible doit donc être retrouvée de mémoire. Des études récentes ont montré que les indices présentés après disparition de la cible modulent l'allocation de l'attention au niveau de la mémoire de travail (Kuo, Stokes et Nobre, 2012; voir Gazzaley et Nobre, 2012, pour une revue). De plus, les études de neuroimagerie montrent que les mêmes systèmes neuronaux, incluant les lobes pariétaux supérieurs, sont impliqués dans le contrôle attentionnel top-down de la mémoire de travail et également dans la modulation de l'attention pendant la perception (Ruff, Kristjansson et Driver, 2007). En conséquence, la présentation de l'indice spatial dans le report partiel peut avoir déplacé l'attention sélective sur la représentation de la lettre cible en mémoire, conduisant ainsi à des performances similaires quelle que soit la position de la cible dans la chaîne. De nouvelles recherches sont nécessaires pour mieux comprendre si des stratégies attentionnelles différentes sont mises en jeu en fonction de la tâche lors du traitement de séquences de lettres.

4.3. La relation entre l'empan VA et la vitesse de lecture

Enfin, nous avons mesuré la vitesse de lecture des textes et examiné si la performance de lecture était corrélée avec les capacités d'empan VA dans les trois langues. Comme généralement rapporté (Abu Rabia, 2001; Abu Ahmad, 2014; Azzam, 1993), il a été constaté que les lecteurs adultes qualifiés de langue arabe lisent plus lentement que les participants français ou espagnols. La lecture plus lente en arabe ne peut pas refléter les différences interlangues dans la transparence. Un effet de la transparence aurait prédit des vitesses de lecture tout à fait

différentes en français et en espagnol. Certaines différences existent mais vont en sens inverse, les lecteurs espagnols ayant une meilleure fluence que les lecteurs français.

Certaines données issues d'autres langues (Rao, Vaid, Srinivasan et Chen, 2011) suggèrent que la complexité visuelle des lettres affecte la vitesse de lecture, ce qui pourrait contribuer à la lecture lente en arabe. Il est également possible qu'une plus grande dépendance à l'égard du contexte chez les lecteurs qualifiés arabes (Abu-Rabia, 1997) nécessite un coût cognitif supplémentaire pour la réussite de l'identification des mots. Un tel traitement supplémentaire pourrait affecter la vitesse de lecture, contrairement aux langues européennes dans lesquelles les lecteurs qualifiés se fondent sur le traitement orthographique sans ou avec peu d'influence du contexte (Nicholson, 1991). L'absence de stratégie de lecture globale (Eviatar et Ibrahim, 2014) et le temps supplémentaire nécessaire pour traiter les morphèmes internes (Boudelaa, 2014) dans les mots sont d'autres facteurs qui peuvent affecter la fluence de lecture en arabe.

Enfin, nous avons examiné la relation entre la vitesse de lecture de texte et les capacités d'empan VA dans les trois langues. Une relation significative a été trouvée en français, mais pas en espagnol ni en arabe, ce qui pourrait refléter des différences dans la transparence orthographique. Ces résultats diffèrent de ceux publiés précédemment chez les enfants. En effet, les compétences de l'empan VA sont fortement liées à la vitesse de lecture chez les enfants pour les orthographes profondes et transparentes, aussi bien en espagnol (Lallier et al., 2014) et en français (Lobier et al., 2013). De données similaires manquent pour les enfants arabes. Dans l'ensemble, les données disponibles suggèrent que les capacités d'empan VA sont corrélées à la performance de lecture du texte en français et en espagnol (et potentiellement en arabe) chez les enfants, mais que les lecteurs adultes français seulement montrent une relation significative. Des études longitudinales ou transversales sont nécessaires pour vérifier si l'empan VA influence différemment la performance de lecture en fonction de l'âge du participant et de la transparence de la langue.

Pour conclure, les résultats actuels suggèrent que les caractéristiques de l'empan VA varient dans les langues européennes et sémitiques. L'existence d'un empan VA réduit en arabe interroge sur l'extension potentielle aux autres langues sémitiques, comme l'hébreu, et sur l'origine des différences de taille de l'empan VA dans ces deux familles de langues, européennes et sémitiques. L'existence d'une asymétrie gauche-droite potentiellement liée à des facteurs associés au sens de lecture lorsque la tâche implique l'identification de toutes les lettres de la

séquence, mais l'absence d'asymétrie lorsque l'attention est manipulée par un indice spatial apportent de nouveaux éléments pour mieux comprendre les mécanismes impliqués dans les effets d'asymétrie. Enfin, la relation entre l'empan VA et la lecture pourrait être varier selon l'âge et les caractéristiques de la langue. Une exploration plus approfondie de cette dernière question est essentielle pour mieux comprendre comment le système de lecture se développe dans différents contextes linguistiques.

CHAPITRE V : ETUDE 2

Rôle de l’empan VA dans le déterminisme des difficultés d’apprentissage de la lecture chez les enfants irakiens de fin de primaire.

1. Introduction

1.1. Le contexte de l’étude

La deuxième étude expérimentale que nous avons effectuée a été menée auprès d’enfants irakiens recrutés dans les classes de 4^{ème} et 5^{ème} année en Irak. Les enfants testés étaient signalés par leurs professeurs soit comme normo-lecteurs soit comme des enfants qui présentaient des difficultés en lecture. L’objectif général étant d’évaluer si l’empan VA joue un rôle dans l’acquisition des compétences en lecture indépendamment d’autres capacités liées à la lecture comme notamment les capacités de traitement phonologique, nous avons comparé les performances en empan VA et en conscience phonologique des enfants arabophones bons et faibles lecteurs. Leurs aptitudes en lecture ont été mesurées par le biais d’épreuves de lecture de mots et de texte. Leurs capacités cognitives générales par une épreuve d’intelligence fluide (le test des Matrices de Raven).

La lecture est une tâche audiovisuelle complexe qui nécessite de transcoder en sons une série de symboles écrits, les lettres, qui se regroupent en unités spécifiques : graphèmes, syllabes et mots. Nous avons vu précédemment que la lecture repose sur deux procédures, une procédure globale et une procédure analytique. La procédure globale permet à partir de l’analyse visuelle du mot entier de lui associer la forme phonologique précédemment apprise. Cette procédure est essentiellement à l’œuvre en lecture de mots. La procédure analytique repose sur le traitement d’unités sub-lexicales qui sont successivement décodées et permettent de générer à terme la forme sonore correspondante. Elle s’applique principalement lors du traitement des séquences nouvelles, non encore mémorisées. Nous avons mesuré ces deux procédures à travers la lecture de mots et de pseudo-mots. Outre ce processus de transcodage, la lecture vise à extraire de l’information du texte écrit. Des mécanismes de compréhension sont donc également en jeu (Seidenberg et al., 1989 ; Share, 1996). Nous nous sommes intéressés à ces deux aspects et avons évalué tant le processus de décodage à travers la lecture de mots, pseudo-mots et texte que les

capacités de compréhension écrite. Celle-ci a été évaluée par le biais de questions posées sur des textes préalablement lus.

Les enfants qui lisent beaucoup moins bien que la plupart des enfants de leur âge sont soit des enfants qui présentent des «difficultés d'apprentissage spécifiques» ou dyslexie développementale, soit des enfants qui présentent un retard de lecture sans trouble cognitif spécifique. Pour poser un diagnostic de dyslexie, il faut disposer de données sur l'histoire, notamment médicale, de l'enfant et d'évaluations de leurs capacités de traitement sensoriel, visuel et auditif (acuité visuelle et auditive). Il faut également pouvoir éliminer l'existence de troubles neurologiques avérés et de troubles psychiatriques graves. Il n'était pas possible de réunir ces informations pour la population que nous avons testée. Les évaluations se sont déroulées dans les classes avec l'accord des parents et en concertation avec les enseignants. Aucun examen médical n'a pu être proposé mais les enseignants avaient accès à des informations sur la santé des enfants dans leur dossier scolaire. Ils ne nous ont pas adressé les enfants qui présentaient des problèmes sensoriels ou avaient une histoire médicale particulière. Nous n'avons cependant pu recueillir d'information sur les données périnatales des enfants ou tout événement survenu avant le début de la scolarité. Nous définirons donc a priori par précaution la population testée comme une population de faibles lecteurs.

1.2. Les capacités cognitives sous-jacentes à la lecture

Nous avons vu précédemment (Chapitre I) que la conscience phonologique est étroitement liée à l'apprentissage de la lecture. La conscience phonologique est définie comme la capacité à percevoir, à découper et à manipuler les unités sonores du langage telles que la syllabe, la rime, le phonème. La prise de conscience d'unités phonologiques, comme la syllabe et le phonème, ainsi que leur traitement explicite et l'apprentissage des correspondances entre unités orthographiques et phonologiques sont essentiels à l'acquisition de la lecture et de l'écriture (Bryant et Bradley, 1983; Castles et Coltheart, 2004). De plus, l'enseignement de la conscience phonologique améliore l'apprentissage de la lecture, ce qui en ferait donc plutôt un prérequis (Gombert et Fayol, 1992). Le lien entre conscience phonologique et lecture s'explique par l'orthographe alphabétique où les « graphèmes » correspondent aux unités sonores que sont les phonèmes. Les enfants ayant un trouble de l'apprentissage de la lecture présentent des

défaillances du traitement phonologique. Tant les enfants dyslexiques que les enfants ayant des difficultés de lecture présentent un trouble du traitement phonologique (Vellutino et al., 2004). Leurs difficultés de traitement phonologique les empêchent de développer des capacités normales de lecture. Ils ne peuvent accéder à l'apprentissage qui consiste à faire correspondre les graphèmes et les phonèmes (la correspondance entre le son et la lettre) ce qui, par la suite, limitera leur habileté à décoder. Ils seront de médiocres lecteurs.

Nous avons également montré dans le chapitre 1 que la lecture met en jeu des capacités spécifiques de traitement visuel. Le traitement d'un mot imprimé commence nécessairement par un processus visuel permettant de traiter les formes visuelles des lettres qui composent les unités orthographiques, des graphèmes aux syllabes et aux mots. Le traitement visuel est limité par la sensibilité de la rétine, de sorte que c'est uniquement dans une région relativement étroite autour du point de fixation (la fovéa) que les formes visuelles des lettres sont perçues suffisamment aux fins d'identification. Dans le contexte de la lecture de texte et pour les langues européennes, les études de mouvements oculaires suggèrent que les lecteurs peuvent extraire de l'information sur 3-4 lettres à gauche du point de fixation et 5 à 10 lettres à la droite du point de fixation (McConkie et Rayner, 1975; Rayner et Pollatsek, 1987). Néanmoins, cette fenêtre de traitement permet d'extraire à la fois une information fovéale et une information parafovéale. La première permet l'identification des lettres mais est réduite à 4 ou 5 lettres, la seconde apporte des informations grossières sur la longueur des mots suivants et la forme des lettres mais ne permet pas leur identification. L'effet direct de cette limitation est que le lecteur doit effectuer des saccades vers la droite lors de la lecture, de façon à traiter efficacement et sans ambiguïté les lettres et mots successifs qui composent la phrase (Rayner, 1986, 2009).

L'implication d'un déficit des traitements visuels sur l'apprentissage de la lecture est fortement contestée, notamment le fait que les troubles dyslexiques puissent avoir pour origine un déficit visuel (Goswami, 2014). Dans le courant du XXe siècle, plusieurs théories visuelles ont été proposées qui mettent en cause les processus visuels de bas niveau impliquant le système magnocellulaire (Lovergrove et al., 1986 ; Cornelissen et al., 1995) ou relèvent des perturbations de l'orientation de l'attention (désengagement, déplacement, et engagement attentionnel) chez les enfants dyslexiques (Facoetti et al., 2006, 2010 ; Geiger, Lettvin, et Zegarra-Moran, 1992; Lallier et al., 2010 ; Nazir et Aghabadian, 2004 ; Rayner et al., 1982). L'existence d'un lien

causal entre ces déficits visuels/visuo-attentionnels a été fortement contestée du fait de leur cooccurrence avec les troubles phonologiques. En effet, les troubles visuels magnocellulaires comme les troubles de l'orientation visuo-spatiale ou le déplacement attentionnel ralenti sont principalement décrits chez des enfants dyslexiques qui présentent des troubles phonologiques associés (Facoetti et al., 2010 ; Ramus et al., 2003 ; Witton et al., 1998). Peu d'études longitudinales ou d'entraînement ont été menées afin de démontrer l'existence d'un lien causal spécifique entre ces troubles et l'apprentissage de la lecture (Goswami, 2014).

Les recherches menées sur l'empan VA apportent un éclairage différent. Pour la première fois, la théorie visuo-attentionnelle de la dyslexie (Bosse et al., 2007 ; Valdois et al., 2004) postule l'existence d'un trouble de nature visuo-attentionnelle qui se manifeste le plus souvent indépendamment du trouble phonologique. Cette théorie reconnaît l'importance des compétences phonologiques dans l'apprentissage de la lecture et l'existence d'un lien causal entre déficit phonologique et dyslexie développementale. Mais cette théorie postule qu'un déficit particulier de la sphère visuelle, un trouble de l'empan VA, joue un rôle majeur et indépendant dans le déterminisme des troubles dyslexiques.

L'empan VA est défini comme le nombre d'éléments visuels distincts qui peuvent être traités simultanément (en une seule fixation) dans une configuration de plusieurs éléments (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007). Le rôle de l'empan VA est essentiel en lecture (Ans, Carbonnel et Valdois, 1998). Les études menées jusqu'ici ont montré que les capacités d'empan VA sont réduites chez un sous-groupe d'enfants dyslexiques et que ce déficit est le plus souvent dissocié du trouble phonologique (Bosse et al., 2007 ; Germano, Pinheiro, et Capellini, 2014 ; Zoubrinetzky et al., 2014). D'autres études menées chez les enfants tout venant montrent que l'empan VA contribue à expliquer la performance de lecture indépendamment des capacités phonologiques des enfants. L'empan VA contribue aux performances à la fois lors de la lecture de mots et de pseudo-mots (Bosse et Valdois, 2009). Il est un facteur explicatif indépendant de la vitesse de lecture (Lobier et al., 2012 ; Van den Boer et al., 2013).

L'ensemble de ces études suggère donc que les difficultés d'apprentissage de la lecture pourraient être principalement dues soit à des difficultés de traitement phonologique, soit à des

capacités limitées d'empan VA. Cependant, les études à l'appui de cette hypothèse ont été principalement menées dans des langues alphabétiques.

1.3. L'empan VA en langue arabe

Comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1 et dans l'Etude 1, la plupart des recherches sur l'empan VA ont été menées en langue française (Bosse et al., 2007 ; Dubois et al., 2010 ; Lassus-Sangosse et al., 2008 ; Prado et al., 2007 ; Valdois et al., 2003, 2011 ; Zoubrinetzky et al., 2014). D'autres études ont porté sur la langue anglaise (Bosse et al., 2007) et sur le portugais du Brésil (Germano et al., 2013) pour l'étude de populations dyslexiques, sur le néerlandais (van den Boer et al., 2013) pour des populations d'enfants tout venant. Enfin, quelques études ont été menées sur des sujets bilingues : Français-espagnol (Lallier et al., 2014 ; Valdois et al., 2014), Basque-Français ou Basque-Espagnol (Lallier et al., 2015). Dans tous les cas, on montre que l'empan VA est réduit dans les populations dyslexiques comparativement aux contrôles de même âge réel et que les performances en empan VA contribuent à expliquer les performances de lecture tant chez les enfants dyslexiques que tout venant. Néanmoins, ces études se sont limitées aux langues européennes. La question est donc de savoir si l'empan VA joue également un rôle dans l'apprentissage de la lecture dans des langues qui utilisent des principes orthographiques différents comme les langues sémitiques.

La recherche menée dans l'étude 1 montre que les lecteurs experts arabophones ont des performances relativement limitées d'empan VA comparativement à des lecteurs experts de langues européennes comme le Français ou l'Espagnol. Il se pourrait donc que les capacités limitées d'empan VA en langue arabe rendent la mesure de l'empan VA peu sensible lors de l'apprentissage de la lecture. Dans ce cas, l'empan VA pourrait ne pas être un mécanisme pertinent pour rendre compte des difficultés de lecture en langue arabe. En lien avec cette hypothèse, l'étude 1 sur la population adulte n'a pas permis de montrer de corrélation significative entre les performances d'empan VA des participants et leur vitesse de lecture.

Par ailleurs, les données dont nous disposons sur la langue arabe soulignent au contraire l'importance accrue des traitements visuels dans cette langue et l'implication des ressources attentionnelles lors de la lecture en langue arabe (Saiegh-Haddad et Joshi, 2014). Dans ce cadre,

on pourrait au contraire s'attendre à ce que l'empan VA se révèle un déterminant majeur des troubles dyslexiques en langue arabe.

On sait par ailleurs que les capacités de traitement phonologique sont plus faibles chez les lecteurs dyslexiques arabophones comparativement à des normo-lecteurs (Abu-Rabia, 2003), mais l'impact des compétences phonologiques varie selon la nature transparente ou opaque de la langue. La langue arabe est particulièrement intéressante sur ce plan puisque les mots isolés ne peuvent être lus avec certitude qu'en écriture voyellée, donc sous une forme parfaitement transparente par rapport à la phonologie, alors que des lecteurs de 4^{ème} et 5^{ème} année peuvent traiter des textes non voyellés, dont l'orthographe est moins transparente. Un autre intérêt de notre étude sera de déterminer si les compétences phonologiques ont un impact différencié dans ces deux conditions de lecture, chez les faibles lecteurs arabophones notamment.

1.4. Prévalence des troubles de l'empan VA et phonologique en langue arabe

Plusieurs études de groupe menées dans les langues européennes ont permis d'identifier 4 sous-groupes de dyslexiques caractérisés par des déficits cognitifs différents. Ces études ont notamment conduit à identifier deux sous-groupes qui présentent des troubles cognitifs isolés et distincts, un premier groupe caractérisé par un trouble phonologique isolé (sans trouble de l'empan VA) et à l'opposé un autre sous-groupe dont le déficit est spécifique à l'empan VA (sans trouble phonologique). Ces sous-groupes ont été identifiés dans les populations dyslexiques francophones (Bosse et al., 2007, étude 1 ; Zoubrinetzky et al., 2014), anglophones (Bosse et al., 2007, étude 2) et lusophones (Germano et al., 2013). Dans tous les cas, la proportion d'enfants présentant l'un ou l'autre de ces déficits isolés est relativement comparable. Ces études ont également permis de décrire un troisième groupe de dyslexiques qui présente un double déficit impliquant à la fois de faibles capacités de conscience phonologique et un empan VA réduit. Enfin, un troisième groupe est systématiquement retrouvé qui ne présente aucun des deux déficits évalués.

La question que nous nous sommes posée dans cette thèse est de savoir si les mêmes sous-groupes peuvent être identifiés dans une population d'enfants arabophones faibles lecteurs. Bien que nous ne puissions poser avec certitude un diagnostic de dyslexie développementale, la probabilité est

forte que la population des faibles lecteurs que nous avons recrutée soit en fait composée d'enfants dyslexiques (ce point sera discuté plus loin dans ce chapitre).

Donc, la recherche effectuée auprès des élèves arabophones de 4^{ème} et 5^{ème} année aura un double objectif. Tout d'abord, il s'agira de comparer les performances des groupes d'élèves bons et faibles lecteurs afin de mettre en évidence des performances altérées chez les faibles lecteurs à la fois sur les dimensions phonologiques et d'empan VA. Nous inscrivant dans la perspective d'une origine multi-causale des troubles de l'apprentissage de la lecture, nous tenterons ensuite d'identifier l'existence de sous-types caractérisés par des troubles cognitifs différents. La démonstration de liens entre empan VA et performances de lecture et l'identification de sous-groupes de faibles lecteurs caractérisés par des déficits cognitifs différents auraient des conséquences fortes sur la prise en charge des troubles d'apprentissage chez les lecteurs arabophones.

Le trouble phonologique a été largement décrit dans la littérature portant non seulement sur les langues européennes mais également sur les langues sémitiques, même si l'impact de la phonologie semble moins important dans la famille des langues sémitiques (Share, 2008). Une conséquence directe de ces recherches a été de proposer des rééducations spécifiques qui ont montré leur efficacité dans la pratique clinique (Ehri et al., 2001). La mise en évidence de troubles de l'empan VA en contexte dyslexique est jusqu'à présent limitée aux langues européennes. De nouveaux outils de remédiation ciblant l'empan VA ont été développés (Valdois et al., 2014) et leur efficacité démontrée (Valdois et al., 2014 ; Zoubrinetzky, 2015). Notre objectif sera ici d'évaluer dans quelle mesure un empan VA réduit contribue à expliquer les faibles performances des lecteurs arabophones. L'identification d'un sous-groupe d'enfants présentant un trouble isolé de l'empan VA aurait des conséquences importantes sur la prise en charge clinique de ces troubles.

2. Méthodologie

Les recherches ont pu être menées dans les classes suite à l'obtention des autorisations requises auprès des ministères irakiens concernés (voir note 1).

2-1 La population expérimentale

Tableau 6. Descriptif du nombre d'élèves normo-lecteurs et Faibles lecteurs dans les 6 écoles qui ont participé à l'étude.

n	Garçon				Filles			
	Normo-lecteurs N =201		Faibles lecteurs N=32		Normo-lecteurs N= 192		Faibles lecteurs N=28	
	CLASSES 4	CLASSES 5	CLASSES 4	CLASSES 5	CLASSES 4	CLASSES 5	CLASSES 4	CLASSES 5
1	15	15	3	2	18	15	6	5
2	15	18	4	2	15	18	1	2
3	15	15	5	0	15	15	3	3
4	18	18	3	1	15	15	6	1
5	18	18	6	0	15	18	1	0
6	18	18	6	0	18	15	0	0
SOMME	99	102	27	5	96	96	17	11

Le tableau 6 montre la totalité des populations qui composaient les classes dans lesquelles les passations ont été effectuées ainsi que les différentes écoles concernées. Au total, les enfants ont été recrutés dans six écoles, trois pour les élèves masculin et trois pour les élèves féminines. Chaque classe comprenait en moyenne environ 16 élèves. Au total les populations des six écoles étaient composées de 453 enfants irakiens de langue maternelle arabe ayant un âge moyen de 10,45 ans (ET= 0,498).

Pour faire la distinction entre les élèves normo-lecteurs et ceux présentant des difficultés de lecture, nous avons demandé aux enseignants de donner leur avis sur le niveau de lecture des enfants. En effet, en Irak il n'y a pas de critères ou de méthodologies scientifiques claires pour la classification des enfants ayant des difficultés d'apprentissage. Dans notre travail, les enfants ayant des difficultés d'apprentissage de la lecture ont donc été identifiés à partir de l'évaluation

de l'enseignant qui dispense le cours de lecture de la classe. Nous avons ainsi identifié les enfants en difficulté dans chacune des classes et nous avons recruté dans les mêmes classes un nombre équivalent d'enfants sans difficultés de lecture. Dans la mesure où les enfants ont été recrutés dans un grand nombre de classes on peut estimer que les effets maître ou classe sont en partie compensés. Par ailleurs, le fait de recruter les contrôles dans les mêmes classes garantit également l'absence de biais lié à ces variables sur les analyses effectuées.

Nous avons également collecté des détails sur les élèves par questionnaire : qualité et durée de la scolarisation (régulière ou non, nombre d'années d'apprentissage de la lecture) et informations sur l'environnement familial (présence de livres à la maison, usage de la lecture, niveau de scolarisation des parents). Nous avons vérifié le niveau intellectuel des enfants en faisant passer le test des matrices de Raven. L'absence de troubles sensoriel ou auditif a été vérifiée à partir du dossier² scolaire (section santé) pour chaque élève. Nous nous sommes également assuré que l'enfant ne souffrait pas de trouble psychiatrique ou d'atteinte cérébrale avérée (lésion, épilepsie). Des hospitalisations ou absences pour maladie sont consignées dans le dossier scolaire ainsi que le type de maladie justifiant l'absence.

Deux groupes de bons et de faibles lecteurs ont été identifiés. Afin de constituer des groupes expérimental et contrôle appariés, le groupe de bon lecteurs a été apparié en âge chronologique avec le groupe d'enfants faibles lecteurs. Les caractéristiques des deux groupes sont présentées dans le tableau 7. Après appariement, la population expérimentale est composée de 84 enfants, 39 normo-lecteurs et 45 faibles lecteurs. Les 39 élèves normo-lecteurs ont un âge moyen de 10,2 ans ($ET = 0,426$) correspondant à 14 garçons d'un âge moyen de 10,07 ans et ($ET = 0,267$) et 25 filles d'un âge moyen de 10,3 ans ($ET = 0,476$). Le groupe des 45 élèves avec des difficultés d'apprentissage de la lecture a un âge moyen de 10,2 ans ($ET = 0,420$) ; il se compose de 28 garçons d'un âge moyen de 10,14 ($ET = 0,356$) et 17 filles d'un âge moyen de 10,3 ($ET = 0,492$). Tous les élèves sont monolingues de langue maternelle arabe. Les deux groupes ne se différencient pas en âge chronologique (appariement 1 :1) mais le QI est significativement

2

-La recommandation du superviseur de la thèse le 29 /11 /2013.

-La correspondance officielle de l'attaché culturel irakien à Paris n° 1 / m / 256 - le 5/ 12 / 2013.

-En vertu de l'autorisation officielle des ministères de l'Éducation et ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique irakien n° 41380 le 30 / 12/ 2013.

supérieur dans le groupe des normo-lecteurs. La variable QI sera systématiquement contrôlée dans les analyses qui suivent.

Tableau 7. Caractéristiques en âge et QI des deux groupes de bons et faibles lecteurs

variables	Normo-lecteurs (N=39)		Faibles lecteurs (N=45)	
	Moy (ET)	Min-max	Moy (ET)	Min-max
Age	10 (0.40)	10-11	10 (0.40)	10-11
QI	28 (4.77)	15-36	26 (4.86)	18-36

Les caractéristiques des deux groupes en termes d'environnement familial et de niveau d'étude des parents sont données dans la figure 20. Le niveau d'éducation du père et de la mère a été établi selon la codification suivante (1 : alphabétisme, 2 : Ecole primaire, 3 : Secondaire, 4 : Collège (niveau lycée en France), 5 : Diplôme (niveau DEUG en France), 6 : Licence (4 ans au lieu de 3 en France), 7 : Master (2 ans), 8 : Doctorat).

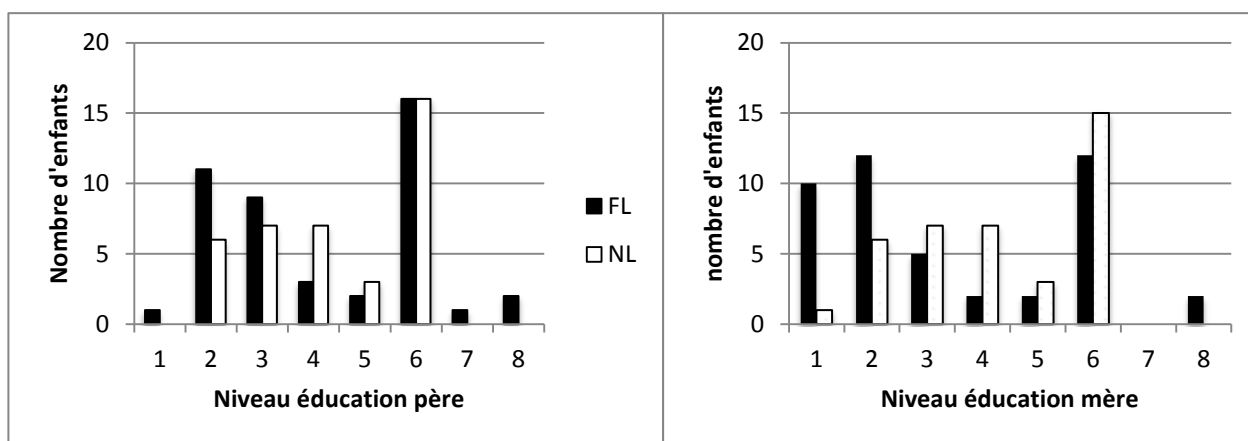


Figure 20. Nombre d'enfants recrutés selon le niveau d'éducation du père (à gauche) et de la mère (à droite).

Les deux groupes d'enfants, faibles et bons lecteurs, ne se différencient pas quant au niveau d'éducation du père qui correspond au niveau lycée (médiane à 4 pour les normo -lecteurs comme pour les faibles lecteurs). Par contre, un plus grand nombre d'enfants faibles lecteurs sont

issus de familles pour lesquelles le niveau d'éducation des mères est plus faible (médiane à 3.5 vs 4.5 pour les faibles et bons lecteurs respectivement).

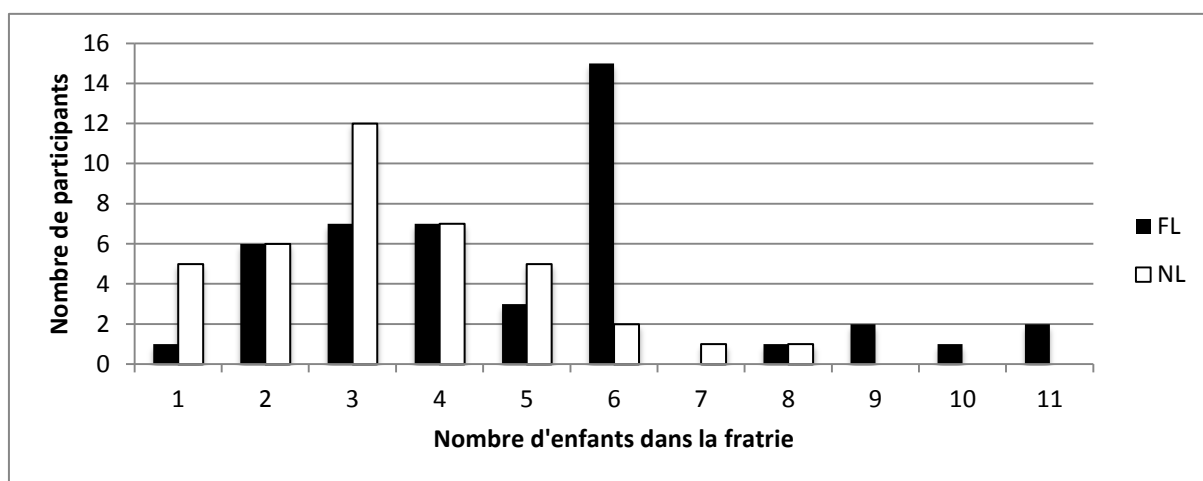


Figure 21. Nombre les enfants faibles lecteurs selon les fratries.

De la même façon comme le montre la figure 21, les enfants faibles lecteurs sont plus souvent issus de fratries plus larges (médiane à 5 vs 3 enfants dans la fratrie pour les bons et faibles lecteurs respectivement). Les épreuves expérimentales soumises aux participants sont décrites dans la section suivante.

2.2. Protocole de recherche

2.2.1. Les épreuves de lecture

Il n'existe pas de batterie de tests étalonnés pour les enfants de primaire en Irak. Il était donc nécessaire de créer les épreuves. Nous avons créé une épreuve de lecture de texte, deux épreuves de lecture de mots longs et courts et une épreuve de lecture de pseudo-mots.

2.2.1.1. Epreuve de lecture de texte

Le texte a été construit pour les besoins de l'expérience. Il s'agit d'un conte intitulé « Le beau papillon et le petit enfant ». Le texte a été relu par des linguistes irakiens de l'Université de al Qadisiyah et de l'Université de Babylone³ qui ont jugé le niveau de langue utilisé dans le texte, approprié pour des lecteurs de 4^{ème} et 5^{ème} année. Le texte est composé de 181 mots, la plupart des mots ont été présentés sans signes diacritiques à l'exception de quelques mots qui nécessitaient les signes diacritiques pour lever une ambiguïté (voir tableau 8). Ceci a été vérifié sur la base ARALEX⁴ (Boudelaa, 2010), la moyenne de la fréquence des lettres incluses dans les mots est moyenne (Fq =733,87, ET= 3387,27).

Tableau 8. Caractéristiques du texte utilisé pour évaluer la vitesse de lecture des élèves.

Synthèse des mots du texte	Texte de lecture pour les enfants
Nombre de mots du texte	181
Nombre de caractères (entre 2 – 8)	838
Nombre des voyelles longues	221
Nombre des voyelles courtes	3
Consonnes	614

3

-Prof. Dr.Karim al-Masoudi. Professeur spécialiste de langue arabe et de la critique littéraire, Université d'al Qadisiyah

-Dr. Qusay Samir Aubis, Dr. Haidar Abdul Rasul et Dr. Riad Rahim Shaaban, Professeurs de littérature de langue arabe, Université de Babylone.

⁴ La nouvelle base de données lexicale pour l'arabe moderne standard. Elle a été réalisée par Boudelaa et al 2010. Cet logiciel linguistique est basé sur un corpus de textes contemporains de 40 millions de mots en arabe moderne standard. L'analyse de mot est fondée sur plusieurs facteurs, les racines et les patterns de mots, la fréquence des lettres, la fréquence de type ou la taille de la famille, la fréquence des bigrammes, trigrammes dans des formes orthographiques.

Le texte a été présenté dans des encadrés de couleur sur une feuille blanche (24x21cm) et accompagné de dessins (Voir annex VIII et VIII bis). . Il a été demandé aux enfants de lire le texte à haute voix dans un maximum de deux minutes. Le temps de lecture et le nombre de mots lus avec précision ont été pris en compte. Le nombre de mots lus correctement par minute a été calculé pour chaque participant.

2.2.1.2. Epreuves de lecture de mots

Afin d'établir les listes de mots à présenter aux enfants (voir tableau 9), nous avons analysé les livres de lecture des trois premières années de l'école primaire. Ces livres sont utilisés dans toutes les écoles en Irak. Une base de données des mots inclus dans ces livres a été établie. Nous avons compté le nombre d'occurrences de chacun des mots dans les livres et leur longueur : nombre de syllabes et nombre de lettres (consonnes, voyelles longues, voyelles courtes ou diacritiques). Tous les mots ont été retranscrits avec leurs diacritiques.

Tableau 9. Analyse des caractéristiques des mots longs et mots courts présents dans les trois livres utilisés au cours des trois premières années d'apprentissage de la lecture.

Synthèse des mots de list	Total des mots longs = 113 (lettres + diacritiques entre 9 et 12 syllabes)	Total des mots courts = 2156 (lettres + diacritiques entre 3 et 8 syllabes)
	Moyenne	Moyenne
Le nombre des caractères = (lettres ou diacritiques)	9.52	5.56
Nombre de voyelles longues	1.37	1.072
Nombre de voyelles courtes	3.330	1.533
Consonnes	4.901	2.959

L'objectif initial était de construire une liste de mots courts et une liste de mots longs appariés en fréquence. Cependant, les calculs effectués ont conduit au constat qu'en arabe les mots courts sont beaucoup plus fréquents que les mots longs. Ceci a été vérifié sur la base ARALEX (Boudelaa, 2010). Nous avons donc construit deux listes de mots courts et de mots longs qui ne sont pas appariés en fréquence, si bien que les performances entre les deux listes ne pourront pas être comparées.

2.2.1.2.1. Lecture des mots longs

Le test comprend une liste de 20 mots longs, par exemple (أَرْبَطُهُ, a:rba:thu:, « attache ») qui contiennent tous entre 9 et 12 caractères (VL+VC+C) (voir Tableau 10). La longueur moyenne des mots longs est de 10.1 caractères (ET=0.91). Les mots longs sont peu représentés dans les livres de lecture qui servent à l'apprentissage. Selon ARALEX, ces mots sont de basse fréquence (Fm= 8,135 par million, min=0,03 et max=61,51). La liste des items est présentée en annexe (IX et IX bis).

Tableau 10. Caractéristiques des 20 mots longs extraits des livres de lecture des trois premières années de l'école primaire.

Synthèse des mots de liste	Total des mots longs = 20 (lettres + diacritiques entre 9 et 12 caractères)		
	Somme	Moyenne	Et
nombre de caractères = (lettres + diacritiques)	202	10, 1	0,912
Nombre de voyelles longues	25	1,25	0,716
Nombre de voyelles courtes	78	3,9	0,788
Consonnes	98	4,9	0,447

2.2.1.2.2 Lecture des mots courts

Cette liste comprend 20 mots (voir Tableau 11) de moins de 9 caractères, par exemple (بئر / ba:u:r / , puits). La longueur moyenne des mots de cette liste est de 4.4 caractères (ET=1.14). Les mots sont assez souvent représentés dans les livres de lecture qui servent à l'apprentissage. Selon ARALEX, la fréquence moyenne de ces mots est de 285.4 par million (Et = 736,417). La liste des mots courts est présentée en annexe (X et X bis).

Les mots courts et les mots longs ont été présentés séparément de façon à enregistrer le temps de lecture pour chacune des deux longueurs. Ils ont été présentés en colonne, les uns au-dessous des

autres. Il a été demandé aux enfants de lire les mots de chacune des listes à haute voix. Le temps de lecture et le nombre de mots lus avec précision ont été enregistrés.

Tableau 11 Caractéristiques des 20 mots courts extraits des livres de lecture des trois premières années de l'école primaire.

Synthèse des mots de liste	Total des mots courts = 20 (lettres + diacritiques entre 3 et 6 syllabes)		
	Somme	Moyenne	ET
nombre de caractères = (lettres + diacritiques)	88	4,4	1,142
Nombre de voyelles longues	24	1,2	0,5231
Nombre de voyelles courtes	15	0,75	0,786
Consonnes	49	2,45	0,887

2.2.1.2.3 Lecture des pseudo-mots

Une liste de 20 pseudo-mots a été créée. Les items ont été créés sur la base de vrais mots extraits des livres de lecture. Nous avons manipulé les lettres de début, milieu ou fin de mots en changeant leur place dans la séquence.

Les pseudo-mots étaient écrits avec les diacritiques puisqu'il n'est pas possible de lire un pseudo-mot sans diacritique en arabe. Les pseudo-mots avaient une longueur moyenne de 8 lettres (ET=0.858) et comportaient entre 8 et 11 lettres (Voir tableaux 12). par exemple { (فَرَطْنَا) (Fa:ra:t'na:) et le pseudo-mot (رَفَطْنَا)}. La liste des pseudo-mots est présentée en annexe (XI et XI bis). il a été demandé aux enfants de lire les items à haute voix. Le temps de lecture et le nombre de mots lus avec précision ont été pris en compte. Les enfants étaient avertis que les items présentés avaient été inventés.

Tableau 12 Caractéristiques des 20 pseudo-mots du test de lecture composés à partir des vrais mots des livres de lecture des trois premières années de l'école primaire.

Synthèse des mots de liste	Total des pseudo-mots = 20 (lettres + diacritiques entre 6 et 10 syllabes)		
	Somme	Moyenne	Et
nombre de caractères = (lettres + diacritiques)	160	8	0,858
Nombre de voyelles longues	10	0,5	0,761
Nombre de voyelles courtes	60	3	0,795
Consonnes	90	4,5	0,827

2.2.2. La compréhension de la lecture

Dans cette tâche, nous avons préparé trois histoires courtes adaptées au niveau de compréhension des élèves de 10-11 ans. Ces histoires ont été extraites de sites Web proposant des histoires pour les enfants. Les textes ont été soumis à des spécialistes de linguistique en langue arabe afin qu'ils vérifient la pertinence et l'intégrité linguistique des textes. Pour mesurer la capacité de compréhension des enfants pendant la lecture de texte, des questions étaient posées par écrit au-dessous du texte (voir Figure 22). Pour chacune des histoires, 6 questions étaient posées et les enfants avaient le choix entre quatre réponses écrites. Ils étaient donc en situation de choix forcé et devaient cocher la réponse appropriée parmi les 4 proposées. Les caractéristiques des textes sont présentées dans le tableau 13.

Tableau 13. Caractéristiques des trois textes utilisés pour mesurer la compréhension de la lecture.

Synthèse des mots du texte	Texte 1	Texte 2	Texte 3
Nombre de mots du texte	93	103	105
Total des caractères	334	416	517
Nombre de voyelles longues	100	129	162
Nombre de voyelles courtes	6	3	7
Consonnes	228	284	348

Pour chacune des histoires, le texte sans diacritiques était remis à l'enfant qui le lisait silencieusement. Il devait ensuite répondre aux questions en cochant la bonne réponse parmi les 4 choix proposés. Un exemple de la tâche est présenté ci-dessous. Le texte est présenté dans le cadran du haut. Il doit être lu par l'enfant. Ensuite celui-ci lit la question présentée dans les encadrés du dessous et doit choisir parmi les 4 réponses possibles celle qui lui paraît être la bonne. Le texte restait présent sous les yeux de l'enfant lorsqu'il tentait de répondre aux questions. Il pouvait donc y revenir pour trouver la réponse.

Le test en arabe

النص القرائي :-

في إحدى القرى الريفية كان هناك راعي أغنام لديه عدد كبير من الأغنام و في أحد الأيام أراد الراعي ان يعدّ أغنامه قبل أخذها للمرعى فبدأ بعدها، اكتشف أن اغنامه ننقص واحدة. عد مرتين وثلاثا فوجدها نافصة. وحين تأمل الحظيرة يوجد في سباجها فتحة لابد أن الخروف خرج منها. شاهد جاره ما حدث، فقال له: عليك الآن أن تغلق الفتحة التي في الحظيرة، ولكن الراعي كان كسولا فلم يغلق الفتحة. وفي صباح اليوم التالي عد الراعي أغنامه فوجدها قد نقصت واحدة أخرى، وحينها ندم لأنه لم يغلق فتحة السياج كما نصحه جاره.

استئلة الضميم :-

2. ماذا وجد الراعي عندما تفحص الحظيرة :-	1. اين كان يعيش الراعي .
الاجنام نائمة. ()	وسط المزرعة. ()
الاجنام لوحدها . ()	احد القرى الريفية . (X)
فتحة في الجدار (X)	وسط المدينة. ()
لم يجد شي . ()	بيت كبير. ()

La traduction de test en français

Le texte de lecture

Dans un village de campagne, il y avait un berger. Il possédait un grand nombre de moutons. Un jour, il voulait les compter avant de les emmener au pâturage. Il a commencé le compte et a découvert qu'il lui manquait un mouton. Il a compté une deuxième fois, une troisième fois et il manquait toujours. Il a regardé en examinant attentivement autour de lui et a trouvé un trou dans la clôture de la grange. Il a pensé que le mouton devait être sorti par ce trou. Son voisin a vu ce qui était arrivé et il lui a dit : Maintenant, vous devez fermer le trou dans le mur de la grange. Mais le berger était paresseux et n'a pas fermé le trou. Le lendemain matin, il est revenu, a compté les moutons et a trouvé qu'il en manquait un autre. Il a regretté de ne pas avoir fermé le trou dans le mur comme son voisin le lui avait conseillé.

Questions de compréhension:

1- Où le berger vit :-	2- Ce que le berger a trouvé lors de l'examen de la grange :
Au centre de la ferme. ()	Les moutons endormis ()
Dans un village de campagne. (X)	Les moutons seuls ()
Dans le centre-ville. ()	Un trou dans le mur de la grange (X)
Dans une grande maison. ()	Rien trouvé ()

Figure 22. Exemples représente la tâche de compréhension de la lecture pour mesure la capacité de compréhension de la lecture chez les enfants. L'exemple comprend une section de texte avec traduction en français.

La compréhension des textes est mesurée par trois types de questions :

- Des questions qui reposent sur une analyse approfondie du texte : premier texte (1 question), deuxième (2 questions) et troisième (3 questions),
- Des questions qui demandent de rechercher des mots dans le texte: premier texte (4 questions), deuxième (1 question) et troisième (1 question),
- Des questions de compréhension générale consistant à donner un titre général au texte: 1 question pour chacun des textes.

2.2.3. Les épreuves phonologiques

2.2.3.1. La tâche de détection d'intrus de rime :

Cette tâche vise à évaluer la sensibilité des élèves à la structure sonore des mots, notamment la nature composite de la syllabe par la mesure de leurs capacités à manipuler les rimes. Cette tâche se compose de 16 mots arabes pris dans un des livres de lecture des trois premières années de l'école primaire. Tous les mots sont issus de l'arabe standard ; ils ont une fréquence moyenne de 23,403 (Et = 49,533) selon ARALEX et une longueur de 4 ou 5 caractères. À chaque essai, trois mots sont énoncés oralement et l'enfant doit dire lequel ne rime pas avec les deux autres. Des exemples sont donnés au tableau 14 et l'analyse du nombre de caractères au tableau 15.

Tableau 14. Exemples de questions de test de conscience phonologique, ce qui représente la tâche de détection d'intrus de rime

الكلمات	بصير	بطير	خاف	3
الاجابة الصحيحة			X	

الكلمات	خارجت	عادل	عرفت	1
الاجابة الصحيحة		X		

الكلمات	فيسمة	معكم	بسمه	4
الاجابة الصحيحة		X		

الكلمات	ناول	جديد	حديث	2
الاجابة الصحيحة	X			

Tableau 15. Représente l'analyse du nombre de caractères dans le test de conscience phonologique, la tâche de détection d'intrus de rime

N	mots arabes	Alphabet International	Total caractères	VL	VC	LC	Rime ressemblé	Rime déferant	Mots attendu	Synthèse du son
1	خرجت	xarht	5	0	1	4	t	l	عادل	C+VL+C+C
	عادل	ʕa:dl	4	1	0	3				
	عرفت	ʕar:ft	5	0	1	4				
2	ناول	na:u:la	5	2	1	2	d	l	ناول	C+VL+ VL+C+VC
	جدید	hdjd	4	1	0	3				
	حدید	hdjd	4	1	0	3				
3	بصیر	jsʕjr	4	2	0	2	r	f	خاف	C+VL+C+VC
	یطیر	jtʕj	4	2	0	2				
	خاف	Xa:fa	4	1	1	2				
4	قِسْمَة	qsma	5	0	1	4	t	m	معكم	C+C+C+C
	معكم	mʕkm	4	0	0	4				
	بِسْمَة	bsma	4	0	0	4				

C = Consonnes

VL = Voyelles Longues

VC = Voyelles Courtes

La liste complète des items est présentée en annexe (XIII et XIII bis). 1 point est noté pour chaque intrus correctement identifié pour un score maximum de 16.

2.2.3.2. La tâche de suppression phonémique

Ce test se compose de 15 mots arabes pris dans un livre de lecture des trois premières années de l'école primaire. Cette épreuve mesure la capacité des élèves à identifier et manipuler les phonèmes des mots. Un mot est présenté oralement et l'enfant doit répéter le mot après avoir retiré le premier, deuxième ou troisième phonème. À chaque essai le mot est présenté oralement, la place du phonème à retirer est énoncée et l'enfant doit donner sa réponse. Des exemples sont donnés au tableau 16 et l'analyse du nombre de caractères au tableau 17.

Tableau 16. Exemples de questions de test de conscience phonologique, ce qui représente la tâche de suppression syllabique.

N	Mots réels	suppression	Son attendu	Place de la suppression	jugement	
					vrai (1)	faux (0)
1	mr ^ḍ	m	rd ^ḍ	Première		
2	k ^ḥ ku	k	k ^ḥ	Première		
3	xj ^f	j	x f	au milieu		
4	quju	u	qju	au milieu		
5	xut	t	xu	dernière		
6	bustan	n	busta	dernière		

Tableau17. Représente l'analyse du nombre de syllabes dans la liste de mots utilisés pour mesurer la conscience phonologique dans la tâche de suppression de syllabe. VL représente la voyelle longue, VC la voyelle courte et LC la consonne.

n	mots arabes	Alphabet International	Total syllabes	VL	VC	C	suppression		Son attendu		Synthèse du son
1	مرضى	mr ^ḍ	3	0	0	3	م	m	رضى....	rd ^ḍ	C+C
2	كحك	k ^ḥ ku	3	0	0	3	ك	k	حك....	k ^ḥ	C+C
3	صيف	xj ^f	3	1	0	2	ي	j	ص....ف	x f	C+C
4	قوي	quju	3	2	0	1	و	u	ق....ي	qju	VL
5	صوت	xut	3	1	0	2	ت	t	صوت....	xu	C+C
6	بستان	bustan	7	1	2	4	ن	n	بستان....	busta	C+C+VL

C = Consonnes

VL = Voyelles Longues

VC = Voyelles Courtes

Le tableau 17. Donne des exemples des mots utilisés dans l'épreuve d'omission phonémique, la place des phonèmes à enlever et la réponse attendue. L'ensemble des items est présenté en

annexe (XIV et XIV bis). Un point a été comptabilisé par bonne réponse pour un maximum de 15 points.

2.2.4. Les épreuves d'empan visuo-attentionnel.

Les épreuves de report global et de report partiel de lettres ont été présentées pour mesurer les capacités d'empan VA des enfants ainsi que l'épreuve de seuil de lettres. Des études pilotes ont permis de montrer que les enfants irakiens ne parvenaient pas à traiter des séquences de 5 lettres. La tâche était très difficile pour eux et les résultats très faibles. Nous avons donc choisi de ne présenter que des séquences de 4 lettres lors des tests, dans l'idée d'éviter tout effet plancher.

2.2.4.1. Les tâches de Report Global et Partiel.

Stimuli: Les séquences de lettres aléatoires ont été construites à partir des 10 lettres arabes : (ث, ح, د, ع, ف, ص, ط, ك, هـ, ي) (voir annexe V et VI).

Les lettres arabes sont les mêmes que celles retenues pour construire les séquences de l'étude 1. Les séquences de lettres sont composées de 4 lettres (taille angulaire = 4,2°). Elles ne contiennent aucune lettre répétée. Les séquences ne correspondent jamais à des racines morphémiques existant en arabe. Les espaces entre les lettres adjacentes ont été augmentés de 0,57° pour minimiser l'encombrement perceptif. Vingt séquences de 4 lettres ont été proposées lors du test en report global. Cinquante séquences de 4 lettres aléatoires ont été utilisées en report partiel. Dix lettres cibles différentes étaient présentées aléatoirement dans chacune des positions de la séquence.

Procédure : Au début de chaque essai, un point de fixation central a été présenté pendant 1000ms suivi par un écran blanc pendant 50 ms. Puis, une séquence de 4 consonnes a été affichée au centre de l'écran pendant 200ms, durée qui correspond à la durée moyenne de fixation en lecture, assez longtemps pour permettre le traitement de la séquence, mais suffisamment courte pour interdire toute saccade utile (un mouvement des yeux permettant une reprise d'informations sur les lettres).

Dans la condition de report global, les enfants devaient énoncer verbalement le nom des lettres qu'ils avaient pu identifier immédiatement après que la séquence ait disparu de l'écran. En report partiel, une barre verticale indiquant la position de la lettre à dénommer a été affichée 1,1° en

dessous de la lettre cible, après disparition de la séquence de lettres. Chaque lettre a été utilisée comme cible une fois dans chaque position. Les participants devaient identifier seulement la lettre indiquée. Dans les deux tâches, l'expérimentateur appuyait sur un bouton pour lancer le prochain essai après la réponse orale du participant. Les essais expérimentaux ont été précédés par 10 essais d'entraînement au cours desquels les participants ont reçu un feedback sur leur performance. Aucun commentaire n'a été donné lors des essais expérimentaux. La mesure dépendante était le pourcentage de lettres dénommées avec précision (sans prise en compte de leur position au moment du rappel) au cours des 20 essais dans l'épreuve de report global et des 50 essais dans le report partiel.

Une illustration de la tâche est fournie sur la figure 23.

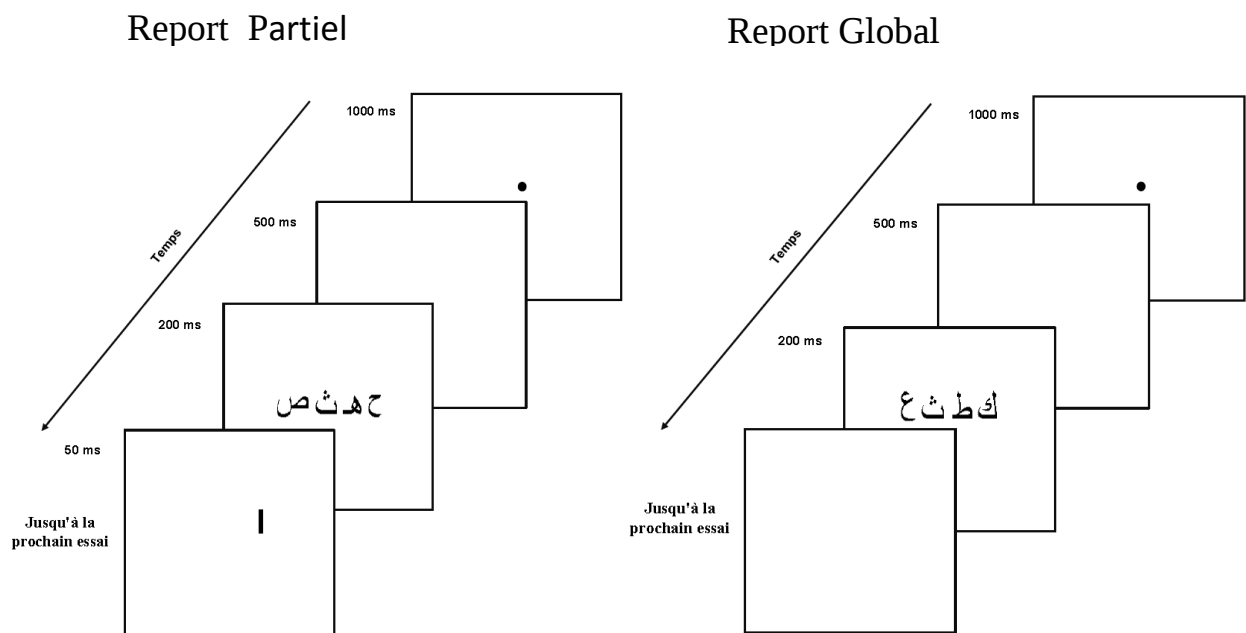


Figure. 23. Les procédures de Report global et de Report partiel évaluant les capacités d'empan VA des enfants.

2.2.4.2. La tâche de seuil de lettres

Pour évaluer les capacités de traitement des lettres isolées, chacune des 10 lettres de l'alphabet arabe utilisées dans les tâches de report a été présentée en ordre aléatoire (5 fois chacune) au centre de l'écran. Les lettres avaient les mêmes caractéristiques physiques que dans les tâches expérimentales et apparaissaient à l'écran pour une durée variable. Cinq durées de présentation différentes (33, 50, 67, 84 et 101ms) ont été proposées pour chacune des lettres (voir Figure 24).

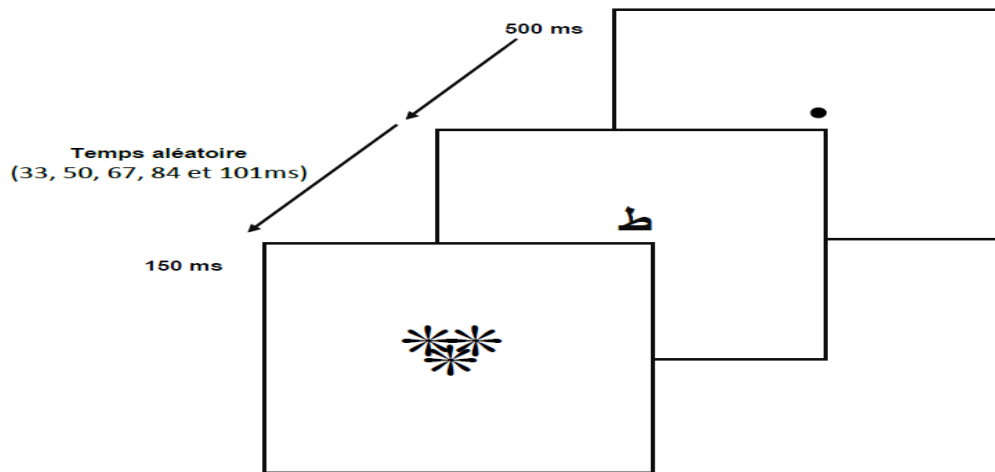


Figure 24. Représentation schématique de l'épreuve contrôle de seuil d'identification de lettres isolées.

La tâche commençait par la présentation d'un point de fixation central pendant 500ms suivi de la présentation d'une lettre pendant un des 5 temps retenus. Un masque (13 mm de hauteur, 37 mm de large) était ensuite affiché pendant 150 ms. On a demandé aux participants de nommer chaque lettre immédiatement après sa présentation. Les essais de test ont été précédés par 10 essais d'entraînement, 2 pour chaque temps de présentation, sur lesquels les participants ont reçu des commentaires. Le seuil d'identification correspond à la plus courte durée pour laquelle au moins 70% des lettres sont identifiées avec précision.

2.2.5. Estimation du niveau intellectuel des enfants

Le test des Matrices de Raven a été utilisé pour estimer le niveau intellectuel général des enfants (Voir Figure 25). Le test de Raven est un test de raisonnement non verbal généralement utilisé dans les milieux éducatifs. Il est le test le plus commun et populaire administré à des groupes allant de 5 ans aux personnes âgées. Il est composé de 60 questions à choix multiples (voir annexe XV), classées par ordre de difficulté croissante. Ce format est conçu pour mesurer les capacités de raisonnement de la personne testée. À chaque essai, l'enfant est invité à identifier l'élément manquant qui complète un motif. Beaucoup de modèles sont présentés sous la forme d'un 6x6, 4x4, 3x3, 2x2 ou matrices, donnant le test son nom.

Une exemples de planches des matrices de Raven sont présentés ci-dessous.

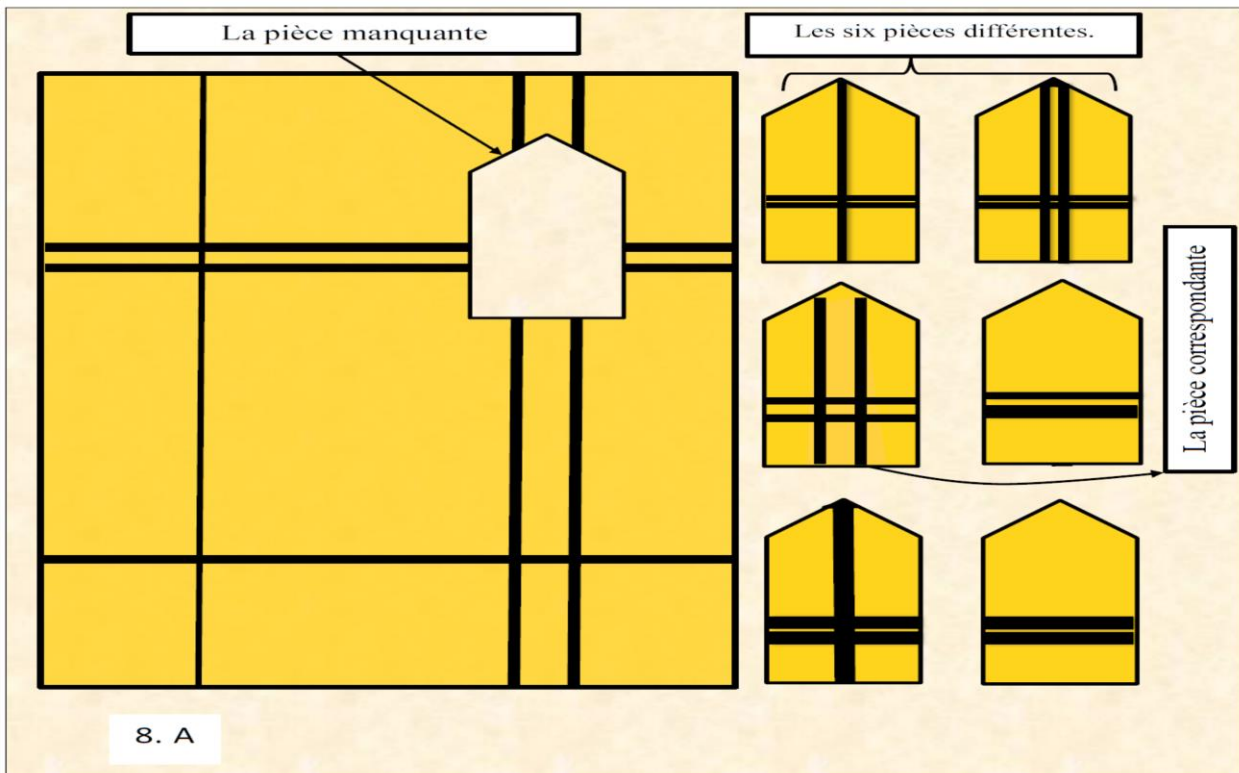


Figure 25. Le test des Matrices de Raven une famille de tests d'intelligence à choix multiples créée à l'origine par le docteur Raven en 2012 Version d'arabisation d'Hammadi, (2012).

3. Hypothèses et analyse des données

Notre premier objectif dans cette étude a été de comparer les populations d'enfants faibles et normo-lecteurs sur les variables de lecture et sur les mécanismes cognitifs sous-jacents. Etant donné le non appariement des groupes en terme de QI. Une ANCOVA a été utilisée avec le QI comme co-variable. Nous nous attendions à observer des performances plus faibles en lecture chez les enfants identifiés comme faibles lecteurs par les enseignants et ce, indépendamment de tout effet du QI. Cela avait pour but principal de valider la classification de ces enfants dans le groupe faible lecteur. Conformément aux données de la littérature relative aux langues européennes, on pouvait également s'attendre à observer des différences entre les deux groupes sur les épreuves de conscience phonologique et sur les épreuves d'empan VA, au détriment des enfants faibles lecteurs.

Dans la lignée de l'étude 1, nous nous sommes plus spécifiquement intéressé aux profils de lecture dans le but de déterminer si la performance était, chez les enfants comme chez les adultes arabophones, caractérisée par un gradient droite-gauche. Nous avons notamment testé l'interaction Position x Groupe dans l'idée que l'effet positionnel et plus spécifiquement le gradient droite-gauche serait plus marqué dans la population des faibles lecteurs.

La seconde partie de l'étude s'est plus directement concentrée sur les liens entre compétences cognitives sous-jacentes (phonologie et empan VA) et performances en lecture (identification de mots et pseudo-mots, lecture de texte et compréhension écrite). Nous avons d'abord réalisé des analyses de corrélations partielles entre les différentes variables, en contrôlant l'effet du QI. Nous nous attendions notamment à montrer des corrélations positives et significatives entre les épreuves d'empan VA et de lecture, notamment de vitesse de lecture et également entre les épreuves phonologiques et de lecture. Les mots isolés et les pseudo-mots étant voyellés on pouvait penser que le traitement de ces items reposerait moins sur l'empan VA que la lecture de textes non voyellés qui nécessite de traiter les lettres de la racine simultanément.

Des analyses de régression ont ensuite été effectuées de façon à isoler les facteurs susceptibles de rendre compte des performances de lecture des enfants. Nous devrions pouvoir isoler deux facteurs orthogonaux : un facteur phonologique et un facteur d'empan VA comme dans les études précédentes. Les coefficients factoriels ont ensuite été utilisés pour déterminer la part de variance en lecture expliquée par les facteurs en question.

Enfin, la dernière partie de l'étude a consisté à identifier des sous-types cognitivement distincts de dyslexies selon les coefficients factoriels phonologiques et d'empan VA caractéristiques de chaque enfant. Nous nous attendions notamment à retrouver des sous-types caractérisés par un déficit isolé soit phonologique soit de l'empan VA comme dans les langues européennes.

4. Résultats

4. 1. Statistiques descriptives

Les performances des deux groupes de participants bons lecteurs et faibles lecteurs sur les épreuves de lecture, phonologie, empan VA et seuil de lettres sont présentées dans le tableau 18. La différence significative de QI entre les deux groupes a conduit à utiliser une ANCOVA prenant le QI comme co-variable afin de comparer les performances des bons et faibles lecteurs, une fois l'effet du QI pris en compte.

Les résultats de lecture (score et temps) sur les trois types d'items (mots courts, mots longs et pseudo-mots) montrent que les performances des deux groupes diffèrent significativement sur l'ensemble des variables. Les faibles lecteurs lisent significativement moins de mots par minute en lecture de textes non voyellés. La lecture de mots et pseudo-mots isolés porte sur une transcription voyellée puisque la lecture d'items isolés non voyellés est très ambiguë et quasiment impossible en arabe. Les scores de lecture sont excellents chez les normo-lecteurs sur tous les types d'items et montrent des performances plafond avec une très faible dispersion autour de la moyenne. La différence de scores avec les faibles lecteurs est significative sur tous les items. Concernant la vitesse de lecture, celle-ci est en moyenne plus élevée chez les normo-lecteurs que chez les faibles lecteurs, les différences entre groupes sont significatives sur tous les types items, mots (courts et longs) et pseudo-mots. Compte tenu des effets plafond sur les scores, une variable correspondant au nombre d'items correctement lus par minute (MCL/mn) a été calculée pour tous les types d'items (MICL/mn pour les mots longs, McCL/mn pour les mots courts et PMCL/mn pour les pseudo-mots). Les résultats montrent une différence significative (tous les $p < .00001$) entre bons et faibles lecteurs sur l'ensemble des items. Cette variable (nombre d'items correctement lus par minute) sera retenue pour les analyses de corrélations et de

régressions qui suivront. La compréhension en lecture évaluée par le biais de questions posées suite à la lecture de textes montre également une différence significative ($p < .00001$) entre bons et faibles lecteurs.

Les résultats sur les tâches phonologiques (jugement de rimes et omission phonémique), montrent que le groupe des faibles lecteurs se différencie sur les deux épreuves par des performances significativement moins élevées ($p > .001$ sur les deux épreuves) que chez les bons lecteurs.

Concernant les épreuves d'empan VA, les performances des faibles lecteurs sont très nettement plus faibles que celles des bons lecteurs, pour à la fois le report global et le report partiel (dans les deux cas, $p < .0000001$). En moyenne, les faibles lecteurs traitent environ un item de moins que les bons lecteurs sur les séquences de 4 lettres proposées aussi bien en report global (2.53 vs 3.37) qu'en report partiel (2.4 vs 3.4).

Enfin, les deux groupes se distinguent également sur l'épreuve contrôle de seuil de lettres. Dans cette épreuve, une seule lettre était présentée au centre de l'écran suivie d'un masque. Le temps d'affichage variait de 33 à 101 ms, aboutissant ainsi à un score d'identification correcte pour chaque temps de présentation. Ce score a été pondéré. Considérant que le taux de réussite à 33 ms traduit une meilleure capacité d'identification que le même score à 101 ms, nous avons multiplié les scores par une valeur qui décroissait avec l'augmentation du temps (score à 33ms*5 + score à 50 ms * 4 + score à 67 ms * 3 + score à 83 ms * 2 + score à 101 ms * 1). C'est le résultat de la somme des scores pondérés qui est présenté dans le tableau XX. Les résultats montrent que le score est significativement supérieur ($p < .0001$) chez les bons lecteurs, ce qui traduit de meilleures capacités d'identification des lettres isolées que dans le groupe de faibles lecteurs. Un taux de 70% de reconnaissance correcte est obtenu pour des temps de présentation de 56ms de présentation en moyenne chez les bons lecteurs, un taux équivalent n'est obtenu qu'à 75ms de présentation chez les faibles lecteurs.

Tableaux 18. Les performances des deux groupes de participants bons lecteurs et faibles lecteurs sur les épreuves

Epreuves	Normo-lecteurs (N=39)		Faibles lecteurs (N=45)		F(1, 81)	p
	Moyenne (ET) min-max	Min-max	Moyenne (ET)	Min-max		
QI	28.26 (4.77)	15-36	25.67 (4.86)	18-36	(Co-variable)	
Lecture						
Texte (m/mn)	132.13 (33.67)	74-172	51.44 (14.2)	25-97	226.64	p<.000001
Mots longs						
Score (/20)	19.69 (0.66)	18-20	16.78 (4.83)	3-20		
Temps (sec)	69.51 (25.11)	27-120	100.29 (23.75)	43-177		
MICL/mn	19.93 (9.16)	9.50-44.44	10.87 (4.97)	1.71-26.51	31.40	p<.000001
Mots courts						
Score (/20)	20.00 (0.0)	20-20	18.82 (2.20)	12-20		
Temps (sec)	62.18 (25.64)	22-116	84.40 (17.59)	45-121		
McCL/mn	24.44 (13.98)	10.35-54.55	10.87 (4.97)	1.71-26.51	24.80	p<.00001
Pseudo-mots						
Score (/20)	19.03 (1.80)	13-20	16.13 (5.66)	0-20		
Temps (sec)	73.54 (20.65)	41-124	113.64 (14.38)	82-165		
PMCL/mn	16.69 (4.74)	6.30-29.27	8.63 (3.25)	0-13.17	73.45	p<.000001
Compréhension						
Texte (/18)	15.31 (2.66)	8-18	12.36 (2.39)	8-18	29.53	p<.00001
Phonologie						
Jugement Rimes (/16)	15.05 (3.31)	9-16	12.98 (3.06)	4-16	14.23	P<.001
Omission Syllabes (/15)	14.15 (1.39)	10-15	11.87 (3.54)	0-15	12.53	P<.001
Empan VA						
Report global (/100)	67.51 (4.29)	61-76	50.67 (7.44)	33-71	148.16	p<.000001
Report partiel (/50)	33.54 (4.05)	24-39	24.38 (3.51)	16-30	110.32	p<.000001
Seuil lettres	106.46 (20.33)	52-133	81.62 (23.63)	23-131	21.83	p<.0001

Nous nous sommes tout particulièrement intéressés aux profils de lecture des enfants bons et mauvais lecteurs. La question principale était de savoir si les performances se caractérisaient par un effet Droite-Gauche, tel que mis en évidence précédemment dans l'Etude 1.

Les profils de réponse des bons et faibles lecteurs sur les épreuves de report global et partiel sont présentés dans la figure 26.

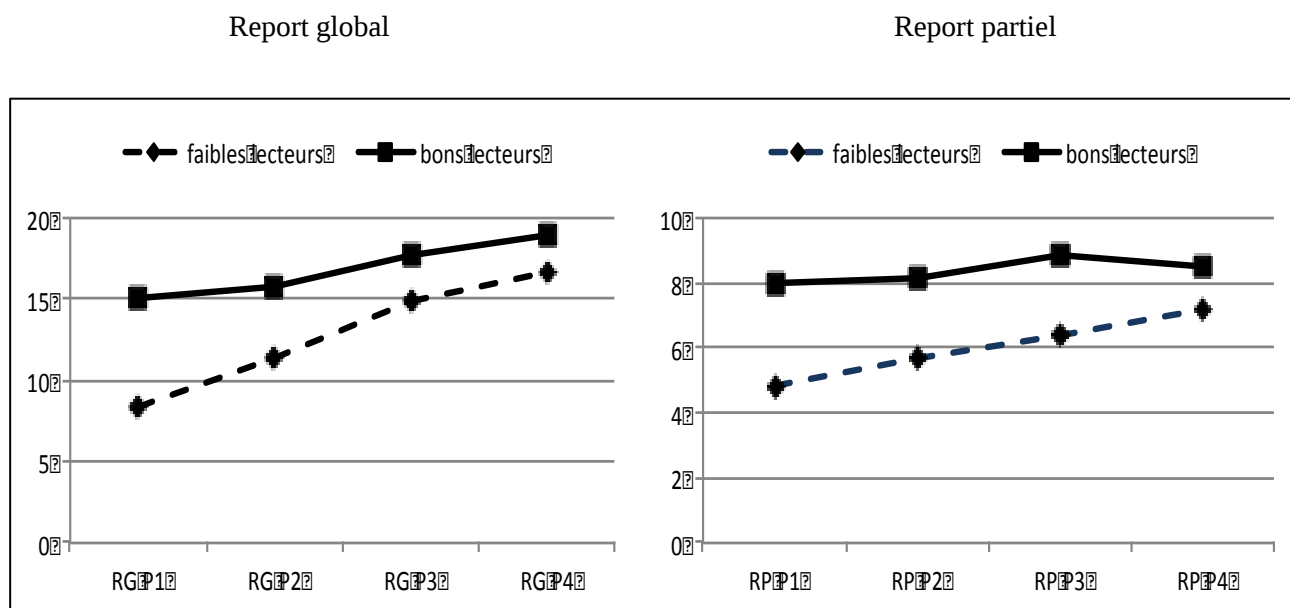


Figure 26 . Profils de lecture des enfants bons et faibles lecteurs sur les épreuves de report global et report partiel.

Les résultats illustrés dans la figure 26, montrent qu'un gradient droite-gauche caractérise les performances en report global tant chez les bons que chez les faibles lecteurs. Une ANOVA à mesures répétées avec le Groupe comme variable inter-sujets et la Position comme variable intra-sujets a été effectuée. L'interaction Position x Groupe est significative ($F(3, 246)=17.63, p<.000001$) montrant que l'effet positionnel est plus marqué chez les faibles lecteurs. Les effets simples de groupe ($F(1, 82)=123.88, p<.000001$) et de position ($F(3, 246)=128.74, p<.000001$) sont également significatifs. Les différences observées entre faibles lecteurs et bons lecteurs sont significatives sur toutes les positions (tous les $F<.0001$). Les performances sont très similaires en report partiel. L'interaction Position x Groupe est significative ($F(3, 246)=12.05, p<.000001$) ainsi que les effets simples de groupe ($F(1,$

82)=130.92, $p<.000001$) et de position ($F(3, 246)=38.11$, $p<.000001$). Les différences observées sur chacune des positions sont toutes significatives (tous les $F<.000001$).

4.2. Etudes de corrélations

Une analyse de corrélations partielles après contrôle du QI a été effectuée pour comprendre la nature des liens entre les variables étudiées. Elle a été réalisée pour toute la population (bons et faibles lecteurs) sur les mesures de lecture (texte, McCL/mn, MICL/mn et PMCL/mn), de conscience phonologique (jugement de rimes et omission de syllabes) et d'empan visuo attentionnel (report global et partiel) et sur l'épreuve contrôle de seuil de lettres. Les mesures de lecture de mots ont été transformées (transformation logarithmique) pour répondre au critère de normalité de la distribution. Une correction de Bonferroni a été appliquée donnant un seuil de significativité à $p<.0005$.

Comme le montre le tableau 19, les performances en lecture de texte non voyellé sont corrélées à l'ensemble des autres variables. Les corrélations sont notamment très élevées avec la lecture des items isolés voyellés (.62 à .72) et les épreuves de report global et partiel (.76 et .82). Les épreuves phonologiques de jugement de rimes et omission de syllabe corrént fortement entre elles (.66) et corrént significativement avec la lecture des mots isolés mais pas avec les performances en compréhension de texte. Les épreuves de report global et partiel corrént fortement entre elles (.75). Les performances sur ces deux tâches d'empan VA sont très fortement corrélées aux performances en lecture d'items isolés voyellés (mots court et long et pseudo-mots). Contrairement à la conscience phonémique, les épreuves d'empan VA corrént également fortement et significativement avec la compréhension en lecture. Aucune corrélation significative n'est observée entre les épreuves phonologiques et les épreuves d'empan VA. Concernant les performances sur l'épreuve de seuil d'identification des lettres isolées, elles sont significativement corrélées à seulement deux des épreuves de lecture (la lecture de texte non voyellé et la lecture de mots longs). Par contre, la performance en seuil d'identification de lettres est fortement corrélée aux performances sur les deux épreuves d'empan VA. Cette relation nous a conduit à contrôler l'effet de cette variable en plus de l'effet du QI dans les analyses de régressions que nous avons effectuées par la suite.

Les résultats des analyses de corrélation réalisées indépendamment sur les populations de bons et faibles lecteurs sont présentés dans l'annexe XVI.

Tableau 19. Corrélations partielles après contrôle du QI entre les épreuves de lecture, de conscience phonologique et d'empan VA pour la population globale (N=84).

Variable	texte	PA Rimes	PA Omis	MICL	McCL	PMCL	Compr	Report Global	Report Partiel
Texte	1,000	----							
PA simil phon	.465*	1,000	----						
PA Om° Syllabe	.388*	.659*	1,000	----					
MICL/mn	.665*	.511*	.535*	1,000	----				
McCL/mn	.617*	.482*	.385*	.736*	1,000	----			
PMCL/mn	.715*	.476*	.509*	.735*	.745*	1,000	----		
Compréhension	.527*	.181	.220	.252	.281	.287	1,000	----	
RGlobalTotal	.765*	.286	.231	.429*	.407*	.587*	.536*	1,000	----
RPartielTotal	.822*	.286	.290	.545*	.463*	.592*	.449*	.755*	1,000
Somme seuil	.550*	.233	.298	.392*	.291	.352	.241	.554*	.616*

4.3. Analyse de régression et recherche de sous-groupes

Une analyse en composantes principales a été réalisée afin d'explorer les facteurs concurrents prédicteurs des capacités de lecture des enfants arabophones tous groupes confondus (bons et faibles lecteurs). Les trois tâches phonologiques et les deux tâches d'empan VA ont été entrées dans l'analyse et une rotation varimax (scores normalisés) appliquée. Les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau 20. Ils montrent une solution à deux facteurs. Le premier facteur est caractérisé par des poids factoriels élevés sur les deux épreuves de report global et partiel (0,933 et 0,925 respectivement). Le second facteur est caractérisé par des poids factoriels élevés sur les épreuves de jugement de rimes et d'omission de syllabe (0,897 et 0,895). Le facteur d'empan VA rend compte de 44% de la variance et le facteur phonologique de 41% de la variance.

Tableau 20. Résultats de l'analyse en composantes principales.

Tâches	Poids factoriels	
	Facteur 1 : Empan VA	Facteur 2 : phonologique
Jugement de rimes	0,154203	0,896633
Omission de syllabe	0,161552	0,895468
Report global	0,932992	0,133504
Report partiel	0,924777	0,171853
Var. Expl.	1,775563	1,653172
Prp.Tot	0,443891	0,413293

Les scores factoriels issus de l'analyse en composantes principales pour chaque participant ont été utilisés dans des analyses de régression hiérarchiques afin d'explorer la contribution de chacun des facteurs phonologique et d'empan VA aux performances de lecture. Cinq analyses différentes ont été réalisées afin d'identifier la part de variance sur chacune des 5 mesures de lecture (lecture de texte, lecture de mots courts et longs, de pseudo-mots et compréhension) expliquée par les facteurs dérivés de l'analyse en composantes principales. Dans toutes les analyses de régression, le QI et les performances en seuil d'identification de lettres ont été entrées comme variables contrôles à l'étape 1. Dans la moitié des cas, l'empan VA a été rentré à l'étape 2 et la phonologie à l'étape 3. Les résultats de ces analyses à l'étape 3 permettent de déterminer la part de variance en lecture expliquée par la seule dimension phonologique après contrôle du QI, de l'identification des lettres isolées et des capacités d'empan VA. Dans l'autre moitié des cas, la phonologie a été rentrée à l'étape 2 et l'empan VA à l'étape 3 afin d'identifier la part de variance en lecture expliquée seulement par l'empan VA après contrôle des 3 autres variables (QI, seuil de lettres et conscience phonologique). Les résultats des analyses de régression sont présentés dans le tableau 21.

Tableau 21. Résultats des analyses de régressions hiérarchiques. Contribution (R^2) de chaque facteur (phonologique et empan VA) à la lecture de mots longs (MLCL/mn trans), la lecture de mots courts (MCCL/mn trans) et la lecture de pseudo-mots (PMCL/mn), la compréhension de la lecture de texte (Compréh.). La première étape correspond à l'entrée forcée des deux variables contrôles (IQ et identification de lettres Somme seuil). *** $p < .001$ ** $p < .01$ * $p < .05$.

R ² Change					
Facteurs	Texte	Mots longs	Mots courts	PM	Compréh.
1. QI+ seuil	.339***	.189***	.115**	.189***	.060ns
2. Phonologie	.054**	.186***	.129***	.142***	.008ns
3. Empan VA	.380***	.105***	.115***	.238***	.227***
2. Empan VA	.326***	.062*	.076***	.176***	.207***
3. Phonologie	.108***	.229***	.168***	.204***	.028ns
Total	.773***	.480***	.359***	.569***	.295***

Le modèle complet rend compte de 77% de la variance en lecture de texte. La part de variance expliquée par les seules performances d'empan VA est de 38% alors que la conscience phonologique rend compte de seulement 11% de variance en lecture de texte. Le pourcentage de variance en lecture de mots longs et courts expliquée par le modèle complet est respectivement de 48% et 36%. L'empan VA rend compte de 11% et 12% de variance propre en lecture de mots longs et courts. La part de variance expliquée en propre par les capacités phonologiques est de 23% et 17% respectivement.

Le modèle explique 57% de la variance en lecture de pseudo-mots dont 24% sont expliqués par les capacités d'empan VA et 20% par les capacités de conscience phonologique. Enfin, le modèle explique 30% de la variance en compréhension de textes. Seul le facteur d'empan VA contribue significativement, en expliquant 23% de la variance. Globalement, ces analyses de régressions montrent qu'au-delà du QI et de la capacité à traiter des lettres isolées, l'empan VA et la conscience phonologique sont des facteurs explicatifs de l'ensemble des mesures de lecture, sauf pour la compréhension de texte qui est plus spécifiquement expliquée par les capacités d'empan VA.

4.4. Recherche de sous-groupes cognitivement homogènes

L'analyse de régression met en évidence le pouvoir explicatif des facteurs phonologiques et d'empan VA. Nous avons utilisé la distribution des coefficients factoriels des participants sur ces deux facteurs pour identifier des sous-groupes de faibles lecteurs présentant un déficit homogène. Pour cela leurs performances ont été comparées à celles du groupe témoin. Les enfants ayant un coefficient factoriel inférieur au 10^{ème} percentile de la population témoin sur au moins l'un des facteurs phonologique ou d'empan VA ont été considérés comme présentant un déficit sur cette dimension. Le seuil retenu est de -0,12 pour le facteur d'empan VA et de -0,52 pour le facteur phonologique. La distribution des scores factoriels des participants bons et faibles lecteurs est présentée dans la figure 27.

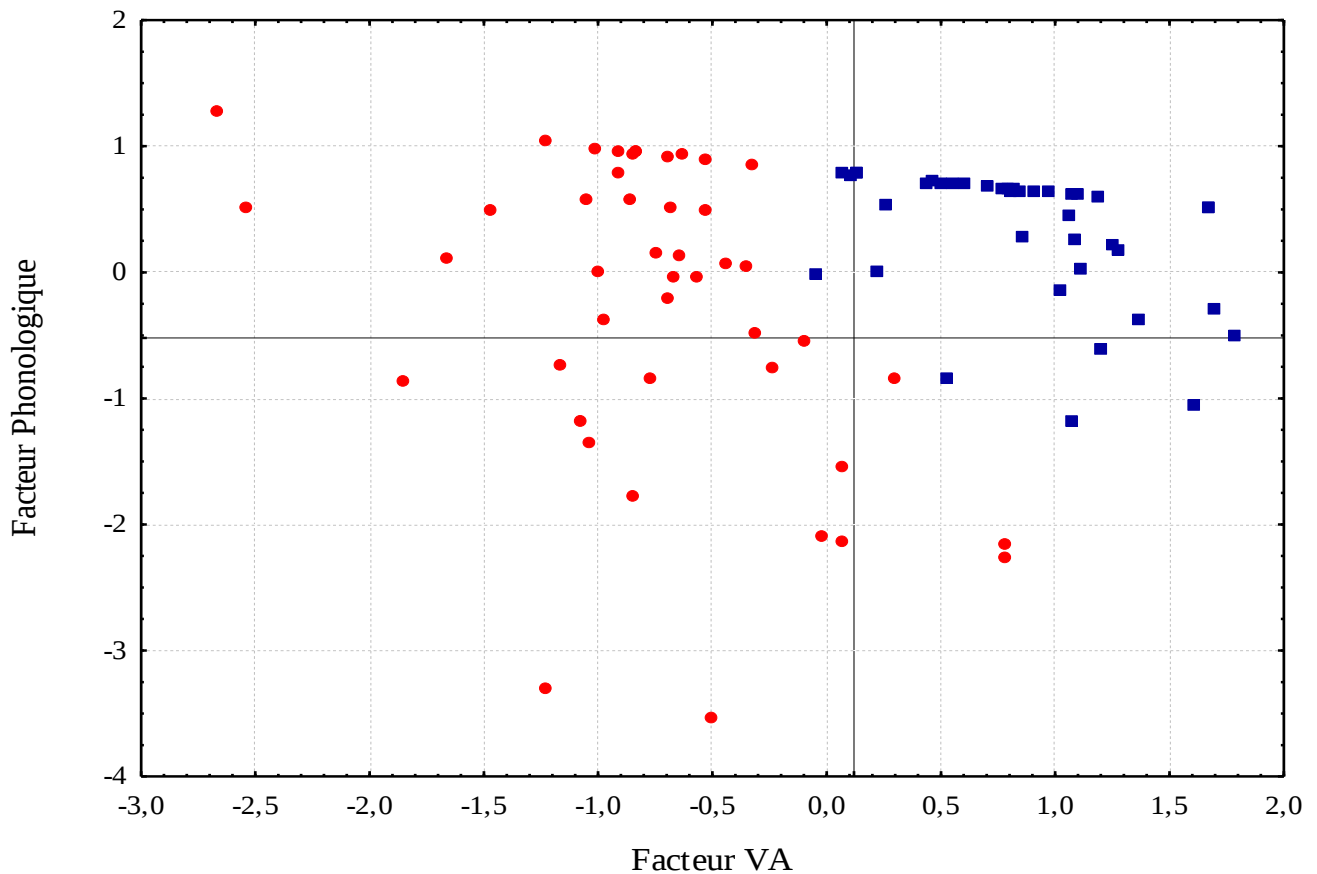


Figure 27. Le diagramme de distribution des nuages de points représentant les coefficients factoriels pour les deux variables l’empan VA (en abscisse) et phonologique (en ordonnée). Le bleu représente les participants bons lecteurs et le rouge représente les enfants ayant des difficultés de lecture.

La figure 27 illustre la distribution des participants bons lecteurs (carrés bleus) et faibles lecteurs (ronds rouges) selon leurs scores factoriels sur les dimensions phonologique et d’empan VA. Les résultats permettent de distinguer trois groupes de faibles lecteurs ayant un déficit homogène :

- Un premier groupe d’enfants faibles lecteurs se caractérise par des coefficients factoriels dans la norme pour la dimension phonologique mais inférieurs au 10^{ème} percentile pour l’empan VA (en haut à gauche de la figure 27). Ce groupe est nettement majoritaire puisqu’il regroupe 64.4% des enfants faibles lecteurs (29/45). Il est caractérisé par un trouble isolé de l’empan VA.
- Le second groupe (en bas à droite) se caractérise par des scores factoriels inférieurs au 10^{ème} percentile de la population témoin pour les capacités de conscience phonologique mais

des performances normales en empan VA. Il se caractérise donc par un trouble phonologique isolé et regroupe 6.7% des enfants (3/45).

- Le troisième groupe se compose d'enfants faibles lecteurs qui présentent des coefficients factoriels inférieurs au 10^{ème} percentile sur les deux dimensions phonologique et d'empan VA. Il regroupe 28.9% (18/45) des enfants qui se caractérisent donc par un double déficit.

- Enfin, aucun des faibles lecteurs évalués n'a des coefficients factoriels se situant dans la norme des témoins sur les deux dimensions phonologique et d'empan VA.

Globalement, les résultats montrent donc une très forte proportion de troubles de l'empan VA dans la population des faibles lecteurs arabophones, puisque 93% des enfants de notre échantillon présentent un trouble de l'empan VA, isolé ou pas. Comparativement, la fréquence des troubles phonologiques est moins élevée puisque seulement 35% des faibles lecteurs de notre échantillon présentent un déficit phonologique, isolé ou pas.

5. Discussion Étude II

Le but principal de l'étude 2 était d'évaluer l'impact de l'empan VA sur les performances en lecture des enfants arabophones. Pour cela, deux groupes d'enfants bons et faibles lecteurs ont été soumis à des tâches de conscience phonémique et de report global et partiel de lettres pour évaluer respectivement leurs compétences phonologiques et d'empan visuo-attentionnel. L'importance des traitements phonologiques dans l'acquisition de la lecture est largement attestée dans de nombreuses langues incluant les langues sémitiques. Notre étude visait donc à déterminer si l'empan VA contribue indépendamment à la performance des enfants et donc si ces deux compétences cognitives sont indépendamment impliquées dans l'acquisition de la lecture en arabe comme cela a été précédemment montré en français (Bosse et al., 2007 ; Bosse et Valdois, 2009 ; Valdois et al., 2004 ; Zoubrinetzky et al., 2014).

Dans cette étude, l'étude des fondements cognitifs des difficultés de lecture développementales a été menée par référence au modèle de mémoire multi-traces (Ans et al, 1998). Les deux mécanismes de traitement phonologique et d'empan VA postulés par le modèle comme des mécanismes de base du système de lecture ont été pris en considération. Il est maintenant largement établi que l'empan VA contribue à l'apprentissage de la lecture et

rend compte de certaines formes de dyslexies lorsqu'il est déficitaire. Mais ces études ont été pour la plupart menées en langue française et pour certaines dans d'autres langues européennes comme l'anglais (Bosse et al., 2007), le portugais (Germano et al., 2014), l'espagnol (Lallier et al., 2014) ou le Basque (Lallier et al., sous presse). Nous avons fait l'hypothèse que les mêmes mécanismes cognitifs sont impliqués dans la lecture dans toutes les langues quel que soit leur orthographe (Frost, 2012) et que donc l'empan VA devrait être un des déterminants des performances de lecture des langues sémitiques, comme c'est le cas pour les langues européennes. Nous nous sommes ici intéressé aux profils de réponse sur les épreuves d'empan VA comme nous l'avions fait dans l'étude 1. L'objectif principal était cependant de vérifier s'il existait bien une différence de performance en empan VA entre les bons et faibles lecteurs, si l'empan VA rendait compte des performances en lecture indépendamment des capacités phonologiques des enfants et si la dichotomie entre traitements phonologiques et d'empan VA permettait d'identifier des sous-types distincts de dyslexies développementales.

- Comparaison des élèves bons et mauvais lecteurs

Nous avons comparé les performances des élèves bons et faibles lecteurs sur les différentes dimensions évaluées avec un intérêt tout particulier pour l'empan VA. Les deux groupes d'enfants se caractérisaient par des niveaux intellectuels différents au désavantage des enfants faibles lecteurs. Faute de pouvoir appairer les groupes sur cette variable, celle-ci a été contrôlée dans les analyses effectuées (ANCOVA). Les résultats peuvent être résumés comme suit :

- Les enfants faibles lecteurs se distinguent des enfants bons lecteurs par des performances plus faibles sur l'ensemble des épreuves de lecture. Leurs plus faibles performances en lecture (lecture de texte, lecture des mots longs et courts et lecture de pseudo-mots) valident la classification initiale basée sur l'avis des enseignants. Les résultats montrent des différences significatives entre les deux groupes dans toutes les situations de lecture (texte ou mot isolé) et sur tous les types de mots (longs, courts ou pseudo-mots) et également sur tous les types de scripts (voyellés ou non voyellés). En effet, les difficultés sont majeures non seulement en lecture de texte non voyellé mais également en lecture d'items isolés voyellés. Les différences s'observent dès les scores de lecture, avec des moyennes significativement différentes entre les deux groupes. Le déficit est cependant encore plus flagrant lorsqu'on prend en compte les temps de lecture. Le score de lecture se caractérise d'ailleurs par une

distribution non normale qui nous a conduit à créer une variable composite « nombre d'items correctement lus par minute ». Cette variable présente les caractéristiques requises pour les tests statistiques et a été utilisée dans l'ensemble des autres analyses.

- Les groupes bon et mauvais lecteurs se distinguent également par des scores distincts sur les épreuves phonologiques. L'étude met en évidence un trouble de la conscience phonémique chez les faibles lecteurs, tel que cela a été précédemment décrit en arabe et plus largement dans les langues sémitiques. Abu Rabia, Share et mansour (2003) ont également montré des différences significatives entre bons et faibles lecteurs arabophones dans les épreuves de conscience phonémique. Leurs épreuves étaient cependant plus fortement échouées que celles utilisées dans notre étude. En effet, ils relatent des effets plafonds chez les normo-lecteurs mais des effets plancher chez les faibles lecteurs, quasiment sans recouvrement entre les scores des deux populations. Les épreuves phonologiques que nous avons utilisées se caractérisent bien par des effets plafond chez les normo-lecteurs mais l'absence d'effet plancher chez les faibles lecteurs. Il existe en outre un recouvrement non négligeable des scores entre les deux groupes. De nombreuses études ont montré l'importance de la conscience phonémique dans l'apprentissage de la lecture. Les différences observées entre bons et mauvais lecteurs dans notre étude sont compatibles avec ce postulat.

- Enfin et pour la première fois, la comparaison des groupes bons et faibles lecteurs a permis de mettre en évidence une différence significative au niveau des épreuves d'empan VA. Les deux groupes se distinguent significativement tant sur les épreuves de report global et partiel par des capacités plus limitées d'empan VA chez les faibles lecteurs. Ceci est analogue à ce qui a été préalablement décrit lors de comparaisons entre dyslexiques et normo-lecteurs dans les langues transparentes (Bosse et al., 2007 ; Zoubrinetzky et al, 2014). Ces résultats sont également compatibles avec les études menées en Français auprès de lecteurs tout-venant. Ces études montrent que les capacités d'empan VA sont d'autant plus faibles que les enfants présentent des niveaux de lecture moins élevés (Bosse et Valdois, 2009). Elles montrent également que la vitesse de lecture est ralentie lorsque l'empan VA est plus faible (Lallier et al., 2014 ; Lobier et al., 2012) et que les effets de longueur caractéristiques d'une lecture plus analytique sont également plus marqués chez les enfants dont l'empan VA est plus faible (van den Boer et al., 2013). Les différences mises en évidence dans notre étude sont observées après contrôle du niveau intellectuel des enfants et ne sont donc pas liées aux capacités cognitives générales. Par contre, la comparaison des groupes faibles et bons

lecteurs montre également des différences au niveau de l'identification des lettres isolées qui est moins performante dans le groupe des faibles lecteurs.

- Liens entre les variables cognitives et les performances en lecture

Les analyses de corrélations partielles après contrôle du QI ont montré que les épreuves phonologiques étaient fortement corrélées entre elles (.66) ; ce qui était également observé pour les épreuves d'empan VA (.76). Par contre, comme dans les études précédentes (Bosse et al., 2007 ; Germano et al., 2014 ; Zoubrinetzky et al., 2014), les corrélations observées entre variables phonologiques et d'empan VA ne sont pas significatives. Ces résultats suggèrent que les épreuves phonologiques et d'empan VA mesurent bien des mécanismes sous-jacents distincts tel que postulé par le modèle multi-traces (Ans et al., 1998).

Nous nous sommes plus particulièrement intéressé aux liens entre performances de lecture et mécanismes cognitifs sous-jacents. Globalement, les analyses de corrélations partielles montrent des relations fortes entre la vitesse de lecture de texte non voyellé et l'ensemble des autres variables, notamment la conscience phonémique et l'empan VA. La conscience phonologique est également reliée à la vitesse de lecture pour les mots isolés (longs et courts) et pour les pseudo-mots. Des liens entre conscience phonémique et lecture sont très classiquement décrits dans les langues européennes, mais les liens s'observent surtout avec le score de lecture plus qu'avec la vitesse (Torgesen, 2002). Notre étude montre un lien avec la vitesse de lecture en langue arabe. Par ailleurs, le lien conscience phonémique-lecture a été décrit comme étant moins fort dans les langues transparentes et il a notamment été montré que ces variables corrèlent fortement en anglais mais beaucoup plus faiblement en Hébreu (Geva, Wade-Woolley, et Shany, 1993). Notre étude montre des corrélations substantielles pour la langue arabe avec des niveaux de corrélations variant de .39 à .54. Les liens sont observés tant en écriture voyellée que non voyellée.

Des corrélations significatives sont également obtenues entre la vitesse de lecture et l'empan VA (entre .40 et .59). Ces résultats sont compatibles avec les données précédemment obtenues pour les langues européennes (Bosse et al., 2007 ; Bosse et Valdois, 2009 ; Zoubrinetzky et al., 2014). Les corrélations sont notamment très élevées entre tâches d'empan et lecture de texte non voyellé (.76 et .82). On remarque d'ailleurs que l'empan VA est fortement corrélé à la vitesse de lecture des pseudo-mots à un niveau comparable à celui de la vitesse des mots, ce qui avait déjà été relevé précédemment. L'empan VA est également

corrélé aux performances en compréhension écrite de textes non voyellés, ce qui n'est pas le cas pour la conscience phonémique.

L'ensemble des données de corrélation est donc compatible avec l'hypothèse de liens distincts entre compétences phonologiques et d'empan VA et performances en lecture, tel que cela avait pu être démontré précédemment dans les langues européennes.

Les analyses de régressions multiples ont permis de préciser la contribution des dimensions phonologiques et d'empan VA aux performances en lecture. Ces analyses ont été conduites à partir des coefficients factoriels issus de l'analyse en composantes principales. Deux variables contrôles ont été entrées dès la première étape de l'analyse afin d'en contrôler les effets potentiels. Il s'agit des variables de QI et de seuil de lettres. Les résultats montrent que la conscience phonémique contribue à expliquer la performance en lecture sur tous les types d'items, indépendamment des compétences d'empan VA des enfants. Une contribution significative des compétences phonologiques est mise en évidence tant pour la lecture d'items isolés voyellés que pour la lecture de texte non voyellé. Par contre, les compétences phonologiques ne contribuent pas significativement à expliquer la performance en compréhension écrite. Ces résultats sont compatibles avec un grand nombre de données issues d'études sur la langue arabe et montrant que la conscience phonémique est prédictive des performances en reconnaissance de mots (Abu Ahmad, Ibrahim et Share, 2003) et importante pour l'apprentissage de la lecture (Abu Rabia, 2003 ; Elbeheri et Everatt, 2007 ; Saiegh-Haddad, 2003, 2005). Néanmoins nous montrons ici pour la première fois que cette relation persiste même après contrôle des capacités d'empan VA des enfants.

Les analyses de régressions montrent également une contribution significative et indépendante de l'empan VA aux performances de lecture. Dans cette analyse, nous avons contrôlé les capacités de traitement des lettres isolées des élèves et pouvons donc conclure à une contribution spécifique de l'empan VA sur la lecture. L'empan VA contribue significativement et indépendamment à expliquer la performance tant en lecture d'items isolés voyellés (mots longs et courts et pseudo-mots) qu'en lecture de texte non voyellé. Le lien avec la lecture de pseudo-mots voyellés est significatif avec 23% de variance expliquée en propre. Plusieurs autres études menées dans les langues européennes avaient déjà souligné la contribution de l'empan VA en lecture de pseudo-mots, contrairement à l'idée répandue selon laquelle la lecture de pseudo-mots reflète principalement des aptitudes phonologiques (voir Zoubrinetzky et al., 2014 pour une discussion approfondie). L'empan VA est explicatif

à lui seul de 38% de variance en lecture de texte non voyellé et semble avoir une contribution plus forte que la phonologie en lecture de texte. Seul l'empan VA explique une part de variance significative en compréhension écrite.

L'ensemble de nos résultats montre que les dimensions phonologiques et d'empan VA sont deux dimensions cognitives distinctes reliées à l'activité de lecture. Ceci est vérifié en langue arabe comme cela a pu être précédemment démontré dans les langues européennes. Si ces deux dimensions cognitives contribuent indépendamment à la performance de lecture alors on devrait s'attendre à observer des sous-groupes de faibles lecteurs caractérisés par un déficit sélectif de l'une ou l'autre de ces dimensions, ce que nous avons évalué dans la dernière partie de notre recherche.

- Hétérogénéité cognitive chez les faibles lecteurs

Les coefficients factoriels des enfants normo-lecteurs ont été utilisés pour définir les 10^{ème} percentile de la population témoin sur les dimensions phonologiques et d'empan VA. Ceci nous a permis d'identifier parmi les faibles lecteurs trois groupes cognitivement distincts : un groupe caractérisé par un trouble isolé de l'empan VA, un groupe caractérisé par un trouble phonologique isolé et un groupe caractérisé par les deux types de déficits. Dans notre échantillon de faibles lecteurs, 64% des enfants présentent un trouble isolé de l'empan VA et 7% un trouble phonologique isolé ; 29% de la population ont un double déficit. Il en ressort qu'une proportion très forte d'enfants (93%) présente des troubles de l'empan VA, isolés ou pas. Comparativement, la fréquence des troubles phonologiques est moins élevée puisque seulement 35% des faibles lecteurs de notre échantillon présentent un déficit phonologique, isolé ou pas.

Ces résultats sont à la fois cohérents par rapport aux études précédentes menées chez les enfants dyslexiques ou tout venant mais ils sont également sensiblement différents.

D'une part, l'ensemble des études qui ont considéré à la fois les dimensions phonologiques et d'empan VA chez les enfants dyslexiques ont toutes montré que ces deux dimensions permettaient de définir des sous-groupes cognitivement distincts de dyslexies (Bosse et al., 2007 ; Germano et al., 2014 ; Zoubrinetzky et al., 2014). Nos données sont totalement en accord avec ces résultats. Nous montrons notamment, comme pour les études précédentes, l'existence de deux groupes caractérisés par des déficits isolés soit phonologique soit de l'empan VA. Les groupes avec déficits isolés regroupent la majorité des enfants dans notre

étude sur l'arabe comme dans les études précédentes sur le français (Zoubrinetzky et al., 2014), l'anglais (Bosse et al., 2007) ou le portugais (Germano et al., 2014). Il semble donc qu'en langue arabe comme dans plusieurs langues européennes, la majorité des enfants présente un trouble cognitif isolé, phonologique ou de l'empan VA. Toutes les études ont également montré l'existence d'un groupe dyslexique avec double déficit, ce qui est également retrouvé ici chez les faibles lecteurs arabophones. Nos résultats suggèrent donc qu'une hétérogénéité cognitive caractérise les enfants faibles lecteurs arabophones et permet d'identifier des groupes distincts au sein de cette population.

Néanmoins, nos résultats sont sensiblement différents des études précédemment menées sur les langues européennes. En particulier, la proportion d'enfants arabophones présentant un trouble de l'empan VA est beaucoup plus élevée que dans les études précédentes. Par ailleurs, aucun des mauvais lecteurs ne présente de performances dans la norme des témoins sur les dimensions phonologiques et d'empan VA. Concernant le premier point, d'autres études devront être menées afin de confirmer l'importance et la prévalence des troubles de l'empan VA en langue arabe. Néanmoins nos résultats sont compatibles avec les données de la littérature qui insistent tout particulièrement sur les difficultés de l'écriture arabe et sur le fait que le traitement des lettres et des mots demande des ressources visuelles et attentionnelles importantes. Plusieurs travaux suggèrent que le poids du facteur phonologique pourrait être limité en arabe comme en hébreu (Geva et Siegle, 2000 ; Ibrahim, 2007 ; Shatil et Share, 2003) alors que les dimensions visuelles et attentionnelles seraient fortement sollicitées (Eviatar et Ibrahim ; 2014 ; Ibrahim et al., 2002 ; Saiegh-Haddad, 2005). Ils se pourrait donc que les caractéristiques particulières de la langue arabe écrite impliquent fortement les capacités d'empan VA des enfants, si bien qu'un déficit à ce niveau aurait des conséquences fortes sur les performances en lecture.

Dans notre étude, tous les participants faibles lecteurs présentent un déficit phonologique ou de l'empan VA ou des deux, contrairement aux études menées précédemment qui toutes avaient conduit à identifier un groupe de dyslexiques sans aucun de ces troubles cognitifs. L'analyse en composante principale que nous avons menée permet donc de distinguer deux groupes de faibles lecteurs et bons lecteurs clairement dissociés pour ce qui est de leurs compétences cognitives sous-jacentes. Ceci peut conduire à rediscuter l'identité des participants faibles lecteurs de notre étude. Ces enfants ont été classés faibles lecteurs par précaution, faute d'avoir pu effectuer un examen médical permettant d'éliminer d'autres hypothèses explicatives des difficultés rencontrées en lecture. Néanmoins, les enfants évalués

ont tous un niveau intellectuel normal et ont tous fréquenté l'école régulièrement. Les enseignants qui nous ont aidé à identifier les enfants en difficulté disposaient d'informations médicales dans les dossiers de santé qui permettaient d'éliminer des troubles d'acuité visuelle ou auditive et de ne pas retenir les enfants ayant présenté des troubles médicaux. Notre étude montre en outre que tous les enfants faibles lecteurs présentent un trouble cognitif spécifique (trouble phonologique ou de l'empan VA ou les deux). Nous disposons donc de tout un ensemble d'informations qui tendent à montrer que ces enfants sont très probablement dyslexiques.

Les deux groupes ne sont cependant pas totalement appariés quant à leurs caractéristiques familiales. Le niveau d'éducation du père est relativement comparable pour les deux groupes d'enfants, faibles et bons lecteurs. Par contre, le niveau d'éducation de la mère est légèrement plus élevé dans le groupe normo-lecteur, une plus forte proportion d'enfants dans le groupe faibles lecteurs ayant des mères de niveau « alphabétisme » ou « primaire ». Néanmoins un fort recouvrement des niveaux d'éducation des mères existe entre les deux groupes. Les enfants faibles lecteurs sont également issus en moyenne de fratries plus larges. Ces deux facteurs, niveau d'éducation de la mère et nombre d'enfants dans la fratrie, sont classiquement mentionnés comme facteurs associés aux difficultés d'apprentissage et à une moindre réussite scolaire (Hoff, 2003 ; Camara-Costa et al., 2013).

CHAPITRE VI

Discussion générale

Notre recherche s'était fixée pour objectif d'étudier le rôle de l'empan visuo-attentionnel en lecture en langue arabe, avec un intérêt particulier pour les processus d'apprentissage de la lecture et les troubles qui peuvent l'accompagner.

Notre recherche s'est inscrite dans la continuité des travaux montrant l'importance des traitements visuo-attentionnels dans la reconnaissance des mots écrits (Facoetti et al., 2006b; Laberge et Samuels, 1974 ; Ans, Carbonnel et Valdois, 1998) et plus spécifiquement dans le cadre de la théorie de l'empan VA, selon laquelle la quantité de ressources attentionnelles disponibles module les capacités de traitement simultané des lettres qui composent les mots écrits. Les deux études qui ont été menées portaient spécifiquement sur l'importance et l'impact de l'empan VA en langue arabe. Ceci était principalement motivé par le fait qu'un rôle de l'empan VA a d'ores et déjà été démontré dans plusieurs langues -- français (Bosse et al., 2007, 2009 ; Dubois et al., 2010 ; Valdois et al., 2003, 2014 ; Zoubrinetzky et al., 2014), anglais (Bosse et al., 2007), Portugais (Germano et al., 2014), Espagnol (Lallier et al., 2014)—mais que ces études se sont limitées aux langues européennes. Notre objectif était de vérifier que le concept d'empan VA est également pertinent dans des langues de structure très différente comme les langues sémitiques. Assez peu d'études ont porté sur ses langues mais comme le mentionne Ram Frost (2012) il est important de vérifier si les concepts explicatifs de la lecture dans les langues européennes s'appliquent également aux langues sémitiques afin de s'assurer de leur généralité et de leur capacité à nous informer sur un modèle universel du système de lecture.

1. Rappel des objectifs et hypothèses

Les travaux menés dans le cadre de la thèse s'articulent en deux études principales :

- La première étude a été menée auprès d'adultes arabophones experts en lecture dont les performances ont été comparées à celles de lecteurs du français et de l'espagnol. Notre objectif principal était de comparer les modulations potentielles de l'empan VA selon les caractéristiques de la langue des locuteurs. Nous nous sommes d'abord focalisé sur la taille de l'empan VA dans le but de déterminer si elle variait en fonction des caractéristiques de la langue. Nous avons fait l'hypothèse que la taille de l'empan pourrait être modulée par la transparence orthographique des langues (l'espagnol est une langue transparente et le français une langue opaque, le

degré de transparence de l'arabe variant selon le script, écriture voyellée ou non), ou encore par les contraintes de traitement des mots (traitement parallèle pour le français et l'espagnol mais probablement pas pour l'arabe) et/ou par la difficulté de traitement des lettres elles-mêmes puisque les langues considérées se distinguent par des alphabets différents, latin ou arabe. Une deuxième question portait sur les profils de réponse obtenus sur les épreuves d'empan de façon à mettre en évidence un effet potentiel du sens de lecture (gauche-droit en français et en espagnol mais droite-gauche en arabe). Enfin, nous nous sommes interrogé sur les liens entre empan VA et vitesse de lecture. De tels liens ont été mis en évidence dans plusieurs langues {en Français (Lobier et al., 2012), en anglais (Bosse et al., 2007) et en néerlandais (Van den Boer et al., 2013)} mais il a été exclusivement étudié chez des enfants en apprentissage et n'avait ni été évalué chez des lecteurs experts ni comparé dans des langues différentes.

- La seconde étude a été menée auprès d'élèves arabophones de 4^{ème} et 5^{ème} année qui ont été scindés en deux groupes : un groupe de bons lecteurs et un groupe de faibles lecteurs. L'objectif était d'évaluer le rôle que l'empan VA joue dans l'acquisition des compétences en lecture indépendamment d'autres capacités liées à la lecture, comme notamment les capacités de traitement phonologique. Cette étude visait d'une part à comparer les performances des deux groupes de bons et mauvais lecteurs afin de vérifier s'ils se différenciaient quant à leurs capacités d'empan VA comme dans les études précédemment menées auprès d'enfants dyslexiques dans les langues européennes. Notre second objectif était d'estimer dans quelle mesure les capacités d'empan VA contribuent à expliquer le niveau de lecture en langue arabe. De tels liens ont été largement démontré dans les langues européennes, notre étude visait donc à évaluer leur généralisation à d'autres types de langues et leur existence tant lors de la lecture d'items isolés voyellés (mots et pseudo-mots) que lors de la lecture de textes non voyellés. Nous avons également exploré les liens potentiels entre empan VA et compréhension de textes écrits, ce qui n'avait pas été étudié dans les études précédentes. Notre dernier objectif visait à déterminer si le groupe de faibles lecteurs se caractérisait par une hétérogénéité cognitive et notamment s'il était possible d'identifier un groupe d'enfants faibles lecteurs présentant un déficit unique de l'empan VA. Plus généralement, nous étions intéressé à estimer la prévalence des troubles de l'empan VA chez les faibles lecteurs de langue arabe.

- Dans la première étude, nous avons fait l'hypothèse que la taille de l'empan VA serait similaire en espagnol et en arabe mais plus faible qu'en français si la variable explicative était le degré de transparence de la langue, sachant que les langues transparentes se caractérisent par des unités orthographiques (graphèmes et syllabes) plus petites que dans les langues opaques. Si la taille de l'empan VA était fonction des contraintes de reconnaissance des mots alors des résultats similaires étaient attendus en français et en espagnol, deux langues qui reposent sur un traitement simultané de l'ensemble des lettres de la séquence mais un empan VA plus faible était attendu en arabe où le traitement des consonnes de la racine est premier et suppose de se focaliser sur un nombre plus limité de lettres. Enfin, si la taille de l'empan VA était fonction des différences d'alphabet, alors des résultats similaires étaient attendus en français et en espagnol, qui devaient différer de ceux obtenus en arabe. Un empan plus large était attendu dans les langues qui utilisent l'alphabet latin dans la mesure où le traitement visuel des lettres arabes est beaucoup plus complexe. De plus dans ce cas, la taille de l'empan VA devait être corrélée à la capacité des participants à identifier les lettres isolées. Par ailleurs, nous avons fait l'hypothèse que les patterns de réponse sur les épreuves d'empan VA seraient fonction du sens de lecture. Dans ce cas, un gradient Gauche-droite était attendu en français et en Espagnol mais un gradient droite-gauche en arabe et ce, pour les deux tâches de report global et partiel.
- Dans la deuxième étude, nous nous avons fait l'hypothèse que les processus cognitifs qui sous-tendent les performances de lecture dans les langues européennes devraient également être pertinents en langue arabe. On sait déjà que les processus phonologiques jouent un rôle majeur dans l'apprentissage de la lecture tant dans les langues européennes que dans des familles de langues très différentes comme les langues sémitiques, le japonais ou le chinois. Nous avons fait l'hypothèse que l'empan VA serait en arabe, comme dans les langues européennes déjà étudiées, un contributeur indépendant des performances de lecture. Ceci conduisait donc à faire l'hypothèse qu'un déficit de l'empan VA pourrait rendre compte de certaines formes de troubles des apprentissages indépendamment des aptitudes phonologiques des enfants. On devait donc s'attendre à trouver une hétérogénéité cognitive au sein de la population des faibles lecteurs et à montrer l'existence d'un sous-groupe caractérisé par un trouble isolé de l'empan VA.

2. Modulation de la taille de l'empan VA selon la langue

Un premier résultat potentiellement très important de notre recherche est la mise en évidence de capacités d'empan VA plus limitées en langue arabe qu'en français ou en espagnol. La comparaison inter-langues des performances d'empan VA effectuée dans l'étude 1 montre en effet que les adultes arabophones experts en lecture identifient moins de lettres d'une séquence de cinq que les lecteurs du français ou de l'espagnol. La différence de performance est importante puisqu'avec une moyenne autour de 4.6 pour le français et l'espagnol versus 3.75 pour l'arabe, c'est environ une lettre de moins qui est correctement identifiée par les lecteurs arabophones. Cette différence peut avoir un impact majeur en lecture puisque Lobier et al. (2013) ont montré pour le français qu'une différence d'un point sur les mesures d'empan VA équivalait à une différence de vitesse de lecture de 19 mots par minute. Les résultats de l'étude 2 menée auprès d'enfants de 4^{ème} et 5^{ème} année confirment la taille réduite d'empan VA chez les lecteurs arabophones. L'étude 2 ne portait pas directement sur une comparaison inter-langues. Néanmoins, les résultats obtenus sont assez clairement différents de ceux précédemment publiés sur les langues européennes. Les études précédentes menées en Français (Bosse et al., 2007, 2009 ; Dubois et al., 2011 ; Lobier et al., 2013 ; Zoubrinetzky et al., 2014), en anglais (Bosse et al., 2007), en néerlandais (van den Boer et al., 2013), en espagnol (Lallier et al., 2014) ou en portugais (Germano et al., 2014) ont toutes porté sur des populations d'âge équivalent (environ 11 ans) aux participants de notre étude. Or dans tous les cas, les épreuves de report de lettres utilisées consistaient à présenter des séquences de 5 consonnes dans les conditions de report global ou partiel. Les études pilotes menées auprès de la population arabophone ont montré que le paradigme expérimental à 5 lettres était inadapté pour les enfants arabophones qui obtenaient des effets planchers sur les épreuves de report global et partiel. Les épreuves ont donc été modifiées et des séquences de 4 consonnes ont été retenues pour évaluer l'empan VA des enfants de 4^{ème} et 5^{ème} année. Les résultats obtenus montrent alors un empan de l'ordre de 3.3 lettres, assez compatible avec les données recueillies auprès des adultes dans l'étude 1. L'utilisation d'épreuves à 4 lettres pour des enfants de primaire contraste assez fortement avec les données du français où les séquences de 4 éléments sont utilisées pour évaluer l'empan VA des enfants pré-lecteurs de grande section de maternelle, donnant alors une estimation de l'empan VA à 2.9 (Valdois et al., soumis). L'ensemble des données des deux études converge donc pour montrer des capacités d'empan VA plus limitées en langue arabe que dans les langues européennes. Ceci devra être confirmé dans le cadre d'études ultérieures, mais ces données sont d'ores et déjà compatibles

avec certaines données de la littérature qui suggèrent que la taille de l’empan VA varie selon les langues (Lallier et al., 2015). Les quelques études relatives à cette question tendent à montrer un empan VA plus réduit dans les langues transparentes que dans les langues opaques. Nous avons discuté ce point dans l’étude 1 suggérant que les langues transparentes se caractérisent au-delà des relations graphèmes-phonèmes régulières par des unités orthographiques plus petites qui pourraient moduler la taille de l’empan VA. Dans le cas de l’arabe, la structure particulière de la langue et la nécessité de traiter prioritairement la racine morphologique composée en général de 3 consonnes pourrait contribuer à expliquer cette modulation de la taille de l’empan VA.

Les deux études suggèrent qu’un empan faible en langue arabe n’est pas la simple conséquence de la complexité et des difficultés de traitement des lettres isolées dans cette langue. Dans l’étude I, nous avons montré que l’identification d’une lettre isolée est plus rapide en alphabet latin (espagnol ou en français) qu’en alphabet arabe, même pour des lecteurs experts adultes. Si cela signifiait que l’efficacité du traitement d’une lettre isolée est la principale source de variation de l’empan VA, alors des corrélations significatives seraient attendues entre l’identification d’une lettre isolée et les compétences d’empan VA. Or, aucune relation significative n’a été trouvée entre ces deux compétences dans le groupe arabophone, ce qui suggère que la complexité de traitement des lettres isolées n’est pas un bon candidat pour expliquer leurs faibles capacités d’empan VA. Les données de l’étude II portant sur un échantillon d’enfants arabophones sont plus mitigées. On montre ici que l’identification des lettres isolées est moins performante dans le groupe des faibles lecteurs qui par ailleurs présente un empan VA réduit par rapport au groupe d’enfants sans difficulté de lecture. Or contrairement à ce qui était observé chez les lecteurs adultes, les corrélations calculées sur l’ensemble de la population entre empan VA et seuil de lettres sont relativement élevées et significatives. L’analyse par groupe (données en annexe XVI) montre par ailleurs que des corrélations significatives entre ces deux variables ne sont observées que chez les faibles lecteurs. Il se pourrait donc que les faibles lecteurs arabophones présentent des difficultés de traitement des lettres isolées, contribuant à diminuer leurs capacités d’empan VA. Des études futures devront plus spécifiquement explorer cette hypothèse. On notera toutefois que la contribution de l’empan VA aux performances de lecture des enfants reste forte et significative même après contrôle des capacités de traitement des lettres isolées. Ces données sont très similaires à celles qui ont été précédemment décrites dans le cadre des langues européennes (français : Zoubrinetzky et al., 2014 ; ou anglais : Bosse et al., 2007).

Les résultats de l'étude 1 suggèrent également que la taille de l'empan VA n'est pas modulée par la transparence de la langue en tout cas chez les lecteurs experts. Si la transparence de la langue, notamment la différence de taille des unités orthographiques pertinentes selon cette transparence (Ziegler et Goswami, 2005), était la variable explicative alors la taille de l'empan VA devrait être plus faible en espagnol qu'en français, ce qui n'est pas observé. Les particularités de traitement des mots écrits en langue arabe et notamment le fait que les lecteurs experts doivent se concentrer sur l'extraction de la racine est donc l'hypothèse que nous avons retenue pour rendre compte de l'empan VA réduit en langue arabe. En fait, en arabe comme dans les langues sémitiques, la racine joue un rôle essentiel dans le traitement des mots qui en véhiculent le sens général (Boudelaa, 2014; Frost, 2012; Perea et al., 2014). Les procédures de traitement des lettres de la séquence des mots en arabe ne sont pas de même nature que dans les langues européennes. La plupart des informations pertinentes proviennent des trois (ou quatre) lettres du morphème racine. Donc, la reconnaissance du mot arabe peut obliger le lecteur à se focaliser sur les informations sublexicales morphémiques et à se concentrer sur les quelques lettres qui transmettent l'information sur l'identité et le sens de la racine (Perea et al., 2010). Ceci pourrait conduire à un ajustement du système de traitement visuo-attentionnel.

3. Les patterns de réponse dans les épreuves de report global et partiel

Nous avons montré dans l'étude I que les profils d'empan VA étaient caractérisés par une asymétrie gauche-droite dans les conditions du report global. Les lettres de gauche étaient mieux identifiées que les lettres de droite en français et en espagnol, mais un avantage pour les lettres de droite a été trouvé en arabe. Aucune asymétrie gauche-droite ne caractérise le report partiel chez les lecteurs experts et ce, quelle que soit la langue.

Dans l'étude 2, les profils de réponse ont été évalués chez des enfants de 4^{ème} et 5^{ème} année bons et faibles lecteurs. Nous montrons en report global comme chez les lecteurs experts de l'étude 1, un gradient droite gauche observé dans les deux groupes d'enfants. Par contre, le profil d'empan VA en report partiel est caractérisé par le même profil droite-gauche alors qu'une absence d'asymétrie avait été trouvé précédemment chez les lecteurs experts.

Quelle peut être l'origine de ces différences de profil en report partiel ? S'il y a une relation avec l'âge, alors cela nous amène à suggérer que le traitement des lettres dans les deux tâches a une relation avec l'âge, au motif que dans les deux études les échantillons sont composés d'âges différents. Ceci exige d'être vérifié par des études longitudinales pour suivre l'impact aux différents stades d'âge.

Cependant, lorsqu'on compare les résultats de l'étude 2 auprès d'enfants arabes avec les résultats d'études antérieures d'enfants français d'âges similaires, nous constatons une différence entre les résultats. Le plus souvent les études antérieures menées au LPNC (études non publiées) ont montré une absence d'effet positionnel en report partiel chez les enfants. Cela suppose donc que la variable à elle seule ne peut rendre compte des effets observés en langue arabe. Est-ce que cela peut être en relation avec les caractéristiques de la langue ? Est-ce qu'il s'ensuit que toutes les lettres des mots en arabe n'ont pas le même impact sur l'identification des mots ? Au motif que la langue arabe est basée sur les traitements des racines qui ne dépassent pas trois ou quatre caractères, tandis que la langue française est basée sur les traitements de l'ensemble des chaînes de lettres qui sont en moyenne de 7-8 lettres dans cette langue, il se pourrait que les ressources attentionnelles soient très différemment déployées dans ces deux langues avec une progression beaucoup plus lente dans la langue arabe.

4. Les liens entre performance d'empan VA et vitesse de lecture

Les Liens entre performance d'empan VA et vitesse de lecture ont été étudiés à la fois dans l'étude 1 et dans l'étude 2. Les résultats des corrélations entre la performance d'empan VA et la vitesse de lecture dans l'étude I étaient significatifs pour le français, mais ni pour l'espagnol, ni pour l'arabe. Dans l'étude II, des corrélations significatives ont été obtenues entre la vitesse de lecture et l'empan VA cette fois-ci en langue arabe mais auprès de populations plus jeunes que dans l'étude 1. Ceci est conforme aux résultats des études précédemment menées en langue française auprès d'enfants normo-lecteurs (Bosse et Valdois, 2009 ; Lobier et al., 2012) et dyslexiques (Bosse et al., 2007 ; Zoubrinetzky et al., 2014) qui montrent que la vitesse de lecture est ralentie lorsque l'empan VA est plus faible.

Pour l'étude I, les résultats des adultes arabes diffèrent de ceux publiés dans les langues européennes concernant les enfants. En effet chez les enfants, les compétences d'empan VA sont fortement liées à la vitesse de lecture aussi bien dans les langues à orthographe profonde que transparente. Ces liens ont été montrés en anglais (Bosse et al., 2007), en espagnol (Lallier

et al., 2014), en portugais (Germano et al., 2014) et en Néerlandais (van den Boer et al., 2013).

Il s'agit probablement d'un élément venant s'ajouter à d'autres facteurs, comme l'absence de stratégie de lecture globale en langue arabe (Eviatar et Ibrahim, 2014) et/ou le temps supplémentaire nécessaire pour traiter les morphèmes internes dans les mots (Boudelaa, 2014), qui peuvent affecter la fluence de lecture en arabe. Les différences entre les études I et II chez les participants arabes en ce qui concerne la relation entre la performance d'empan VA et la vitesse de lecture pourraient également être liées à des facteurs sous-jacents qui ne sont pas traités dans ces recherches. D'autres études seraient donc nécessaires pour mieux comprendre les différences observées.

5. Perspectives

En outre, à cause du manque de données scientifiques et de méthodologie claire à propos du rôle de l'attention en langue arabe et dans les difficultés de lecture, notre première étude a eu principalement pour but d'établir une base méthodologique claire en vue de la deuxième étude, surtout en ce qui concerne les traitements visuels et les difficultés pouvant accompagner les échecs en lecture.

Par ailleurs, la prise en compte de la conséquence des liens entre l'empan VA et l'apprentissage de la lecture, et son impact en langue arabe lors du traitement des éléments visuels, peut aider à comprendre les difficultés rencontrées par les apprenants, mais aussi mettre en exergue les atouts pouvant servir de leviers pour l'apprentissage des langues, surtout en ce qui concerne les processeurs de l'empan VA. Les progrès effectués en recherche permettent de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans la lecture et l'origine des déficiences chez les enfants dyslexiques. Les modèles théoriques d'acquisition de la lecture servent donc de base à la réflexion sur la rééducation et à son élaboration.

Forts de ces constatations, un certain nombre de chercheurs réfléchissent actuellement sur l'élaboration d'un modèle plus acceptable d'intégration et l'amélioration de son efficacité pour le dyslexique, modèle qui pourrait être conçu à partir de l'identification des facilitateurs les plus efficaces.

Les recherches sur la dyslexie développementale sont en plein essor. Il ne fait aucun doute que, dans les années à venir, de nouveaux éléments des recherches sur la langue arabe, nous

permettront de mieux saisir les liens qui l'unissent au traitement visuo-attentionnel. Il convient de ne pas oublier que les deux troubles cognitifs sous-jacents, responsables de la dyslexie développementale, mis en évidence à l'heure actuelle, ne permettent pas d'expliquer tous les patterns comportementaux observés, ni leurs caractères distinctifs en ce qui concerne le processus de lecture en arabe.

Nos études en langue arabe sont considérées comme un complément à ce que des études antérieures ont montré. Il reste cependant beaucoup de questions qui doivent être prises en considération, y compris la relation entre la mémoire à court terme et l'empan VA pour la langue arabe, la position des lettres dans le mot et la relation entre la lecture de texte avec tous les diacritiques et l'empan VA. De plus, des études longitudinales ou transversales sont nécessaires pour vérifier si l'empan VA influence différemment la performance de lecture en fonction de l'âge du participant. Une étude sur la relation entre l'empan VA et la dictée en langue arabe et sur la relation entre l'empan VA et la compréhension orale et écrite se justifie aussi.

Les références

Les références

- Abdulhadi, S., Ibrahim, R. et Eviatar, Z. (2011). Perceptual load in the reading of Arabic: Effects of orthographic visual complexity on detection. *Writing Systems Research*, 3, 2, 117-127.
- Abu Ahmad, H., Ibrahim, R. et Share, D.L. (2014). “*Cognitive Predictors of Early Reading Ability in Arabic: A Longitudinal Study from Kindergarten to Grade 2.*” in Handbook of Arabic Literacy: Insights and perspectives, eds. E. Saiegh-Haddad and M. Joshi (Language and Literacy Series Springer: The Netherlands), 171-194.
- Abu Rabia, S. (1998). Reading Arabic texts: Effects of text type, reader type, and vowelization. *Reading and Writing*, 10(2), 105-119.
- Abu Rabia, S. (2007). The role of morphology and short vowelization in reading Arabic among normal and dyslexic readers in grades 3, 6, 9, and 12. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36, 89-106.
- Abu-Rabia, S. (1997). Reading in Arabic orthography: The effect of vowels and context on reading accuracy of poor and skilled native Arabic readers. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 9, 65-78.
- Abu-Rabia, S. (1999). The effect of Arabic vowels on the reading comprehension of second- and sixth-grade native Arab Children. *Journal of Psycholinguistic Research*, 28, 93-101.
- Abu-Rabia, S. (2000). Effects of exposure to literary Arabic on reading comprehension in a diglossic situation. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 13(1-2), 147-157.
- Abu-Rabia, S. (2001). The role of vowels in reading Semitic scripts: Data from Arabic and Hebrew. *Reading and Writing*, 14, 1-2, 39-59.
- Abu-Rabia, S. et Siegel, L.S. (2002). Reading, syntactic, orthographic, and working memory skills of bilingual Arab Canadian children. *Journal of Psycholinguistic Research*, 31, 661-678.
- Abu-Rabia, S. et Taha, H. (2004). Reading and spelling error analysis of native dyslexic Arabic readers. *Reading & Writing*, 17, 651-689.
- Abu-Rabia, S. Share, D. et Mansoure, M. S. (2003). Word recognition and basic cognitive processes among reading- disabled and normal readers in Arabic. *Reading and writing: An interdisciplinary journal*, 16, 423-442.

- Adams, M. J. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, Press.
- Adams, M. J., Foorman, B. R., Lundberg, I. et Beeler, T. (1998). *Phonemic Awareness in Young Children: A Classroom Curriculum*. Baltimore, MD: Brookes Publishing.
- Adelman, J. S., Marquis, S. J. et Sabatos-DeVito, M. G. (2010). Letters in Words Are Read Simultaneously, Not in Left-to-Right Sequence. *Psychological Science*, 21, 1799-1801.
- Al asode M. (2010). *Le son de la langue, étude, analyse et application*, ISBN 255 Tripoli, Libye .
- Al Dani Abu Amr Osman Bin Saeed.(1997). *Médiateur en ponctuation du Coran, enquête par Azza Hassan*. Dar Al faicr. 350 .
- AL-alsid. A. H. (2006). *Dans des difficultés d'apprentissage de qualité, la dyslexie du point de vue psychological-nerveux* . Dar Al Arab Thought. Première édition.
- Al-Hamdi, M. (2010). Oral expression and teaching Arabic language, study psychology in the first wire of basic education, *Educational Training Series* 11, pp: 45-72.
- Ammar, M. (1997). Les stratégies d'identification de mots écrits en arabe. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université de Nantes.
- Ammar, M. (2002). L'assemblage phonologique : sa nature et son fonctionnement chez des enfants lecteurs en arabe. *Enfance*, 2 (54), 155-168.
- Anderson, J. R. (1992). Automaticity and the ACT theory. *American Journal of Psychology*, 105:165 180.
- Ans, B., Valdois, S. et Carbonnel, S. (1998), A Connectionist Multiple Trace Memory Model for Polysyllabic Word Reading, *Psychological Review*, 1 8, k 105, NO. 4,678-723.
- Anthony J. L. et Lonigan C. J. (2004). The nature of phonological sensitivity: Converging evidence from four studies of preschool and early-grade school children. *Journal of Educational Psychology*. 96:43–55.
- Anthony, J. L., Lonigan, C. J., Driscoll, K., Phillips, B. M. et Burgess, S. R. (2003). Phonological sensitivity: A quasi-parallel progression of word structure units and cognitive operations. *Reading Research Quarterly*, 38 , 470-487
- Ayari, S. (1996). Diglossia and illiteracy in the Arab world. *Language, Culture and Curriculum*, 9, 243-252.
- Azmi, M. (1988). *Arabic Morphology: A Study in the System of Conjugation*. Hyderabad, Hasan Publishers.

- Azzam, R. (1993). The nature of Arabic reading and spelling errors of young children. *Reading and Writing*, 5, 4, 355-385.
- Baddeley, A.D., Gathercole, S.E. et Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device, *Psychological Review*, 105, 1, 158-173.
- Beesley, K. R.(1998). Arabic Morphology Using Only Finite-State Operations. Proceedings of the Workshop on Computational Approaches to Semitic languages, Montreal, Quebec.
- Blachère, Régis et Gaudefroy-Demombynes, Maurice. (1973). *Grammaire de l'arabe classique (Morphologie et syntaxe)*, troisième édition revue et remaniée. Paris: Maisonneuve et Larose.
- Boden, C. et Giaschi, D. (2007). M-stream deficits and reading-related visual processes in developmental dyslexia. *Psychological Bulletin*. 133 346–366 10.1037/0033-2909.133.2.346.
- Bosse, M. L. et Valdois, S., (2009) Influence of the visual attention span on child reading performance: A cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, 32(2): 230-253.
- Bosse, M. L., Tainturier, M.J. et Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*. 104, 2, 198-230.
- Boudelaa, S. (2014). “Is the Arabic Mental Lexicon Morpheme-Based or Stem-Based? Implications for Spoken and Written Word Recognition,” in *Handbook of Arabic Literacy: Insights and perspectives*, eds. E. Saiegh-Haddad and M. Joshi (Language and Literacy Series Springer: The Netherlands). 31-54.
- Boudelaa, S. et Marslen-Wilson, W. D. (2010). AraleX: A lexical database for modern standard Arabic. *Behaviour Research Methods*, 42, 481–487.
- Boukadida, N. (2008). Connaissances phonologiques et morphologiques dérivationnelles et apprentissage de la lecture en arabe (Etude longitudinale), PhD thesis, Université Rennes 2.
- Bouma, H. (1970). Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature*, 226(4), 177-178.
- Bouvier-Chaverot, M., Peiffer, E., N’Guyen-Morel, M.-A., et Valdois, S. (2012). Un cas de dyslexie développementale avec trouble isolé de l’empan visuo-attentionnel. *Revue de neuropsychologie*, 4, 24-35.
- Boynton, G.M., Demb, J.B., Best, M. et Heeger, D.J. (1998) Psychophysical evidence for a magnocellular deficit in dyslexics. *Vision Research*, 38, 1555-1559.

- Bradley, L. et Bryant, P. (1983). Categorizing sounds and learning to read: A causal connection. *Nature*, 301, 419-421.
- Bradley, L. et Bryant, P. E. (1978). Difficulties in auditory organisation as a possible cause of reading backwardness. *Nature*, 271, 746-747
- Brady, S. A. et Shankweiler, D. P. (Eds.), (1991) *Phonological Processing in Literacy: A tribute to Isabelle Y. Liberman* (67-83). Hillsdale, NJ (New Jersey).
- Brizzolara, D., Chilosi, A., Cipriani, P., Di Filippo, G. et al. (2006). Do phonologic and rapid automatized naming deficits differentially affect dyslexic children with and without a history of language delay? A study of Italian dyslexic children. *Cognitive and Behavioral Neurology* 19(3):141-9.
- Bruck, M. (1993). Component spelling skills of college students with childhood diagnosis of dyslexia. *Learning Disability Quarterly journal*, 16, 171-184.
- Brysbaert, M. et Nazir, T. (2005) Visual constraints on written word recognition: evidence from the optimal viewing-position effect. *Journal of Research in Reading*, 28, 216-228.
- Carreiras, M., Perea, M., Gil-López, C., Abu Mallouh, R. et Salillas, E. (2013). Neural correlates of visual versus abstract letter processing in Roman and Arabic scripts. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25:11, 1975-1985.
- Carreiras, M., Quiñones, I., Hernández-Cabrera, J. A. et Duñabeitia, J. A. (2014). Orthographic coding: Brain activation for letters, symbols and digits. *Cerebral Cortex*. Advance online publication. doi:10.1093/cercor/ bhu163.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C. et De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19, 246-251.
- Castles, A. et Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, 91, 77-111. doi:10.1016/S0010-0277(03)00164-1.
- Catts, H. W. et Kamhi, A. G. (2005). *Language and reading disabilities* (2nd ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Chokron, S. et De Agostini, M. (2000). Reading habits influence aesthetic preference. *Cognitive Brain Research*. 10, 1, 45-49.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of information processing* (151-216). London: Academic Press.

- Coltheart, M. (1985). Cognitive neuropsychology and the study of reading. In M. I. Posner, & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and Performance*, XI(3–37). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Ziegler, J. et Langdon, R. (2001). DRC: A dual route cascade model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108, 204–256.
- Cornelissen, P., Munro, N., Fowler, S. et Stein, J. (1993). The stability of binocular fixation during reading in adults and children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35(9), 777–787.
- Cornelissen, P.L., Hansen, P.C., Bradley, L. et Stein, J.F.(1995). Analysis of perceptual confusions between 9 sets of consonant-vowel sounds in normal and dyslexic adults. *Cognition*, 59, 275 – 306.
- Cornelissen, P.L., Richardson, A.R., Mason, A. et Stein, J.F. (1995) Contrast sensitivity and coherent motion detection measured at photopic luminance levels in dyslexics and controls. *Vision Research*, 35, 1483-94.
- Cossu, G., Shankweiler, D., Liberman, I.Y., Katz, L. et Tola, G. (1988). Awareness of phonological segments and reading ability in italian children. *Applied Psycholinguistics*, 9, 1-16.
- Costa, H. C., Perdry, H., Soria, C., Pulgar, S., Cusin, F. et Dellatolas, G. (2013). Emergent literacy skills, behavior problems and familial antecedents of reading difficulties: A follow-up study of reading achievement from kindergarten to fifth grade. *Research in Developmental Disabilities*, 34(3), 1018–1035.
- Costa, H. C., Perdry, H., Soria, C., Pulgar, S., Cusin, F. et Dellatolas, G. (2013). Emergent literacy skills, behavior problems and familial antecedents of reading difficulties: A follow-up study of reading achievement from kindergarten to fifth grade. *Research in Developmental Disabilities*, 34(3), 1018– 1035. doi:10.1016/j.ridd.2012.11.029.
- Cunningham, A . E. (2006). Accounting for children’s orthographic learning while reading text: Do children self-teach? *Journal of Experimental Child Psychology*, 95(1), 56–77. doi:10.1016/j.jecp.2006.03.008.
- Decker, S. L., Roberts, A. M., et Englund, J. A. (2013). Cognitive predictors of rapid picture naming. *Learning and Individual Differences*, 25(4). p. 141-149.
- DeFrancis, J. (1989). *Visible Speech: The Diverse Oneness of Writing Systems*. University of Hawaii Press, Honolulu.

- Dejerine, J. (1892). Contribution à l'étude anatomo-pathologique et clinique des différentes variétés de cécité verbale. *Mémoires de la Société de Biologie* 1892; 4: 61–90. In Guardiola, J., G. (2001) The evolution of research on dyslexia A more complete version of this paper has been published in Spanish in: *Anuario de Psicología*, 32(1):3-30.
- Demb, J.B., Boynton, G.M., Best, M. et Heeger, D.J. (1998). Psychophysical evidence for a magnocellular deficit in dyslexics. *Vision Research*, 38, 1555-1559.
- Démonet, J. F., Taylor, M. J. et Chaix, Y. (2004). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 363 (9419), 1451-1460.
- Demont, E. et Gombert, J. (1996). Phonological awareness as a predictor of recoding skills and syntactic awareness as a predictor of comprehension skills. *British Journal of Educational Psychology*, 66(3), 315–332.
- Denckla, M.B. et Rudel R.G. (1976). Rapid automatized naming (RAN): Dyslexia differentiated from other learning disabilities, *Neuropsychologia*, 14, 471-479.
- Deutsch, A. et Rayner, K. (1999). Initial fixation location effects in reading Hebrew words. *Language and Cognitive Processes*. 14, 393-421.
- DSM-5, Diagnostic and statistical manual of mental disorders. (2013). American Psychiatric.
- Dubois, M., Kyllingsbaek, S., Prado, C., Musca, S. C., Peiffer, E., Lassus Sangosse, D. et al. (2010). Fractionating the multi-character processing deficit in developmental dyslexia: Evidence from two case studies. *Cortex*, 46(6), 717–738.
- Durgunoğlu, A. Y. et Öney, B. (1999). A cross-linguistic comparison of phonological awareness and word recognition. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 11, 281-299.
- Eckert, M. (2004). Neuroanatomical markers for dyslexia: a review of dyslexia structural imaging studies. *Neuroscientist* 10 (4), 362-371.
- Eden, G., Stein, J.F., Wood, H.M. et Wood, F.B. (1996). Visuospatial judgement in reading disabled and normal children. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 155–177.
- Ehri, L. C. (1992). Reconceptualizing the development of sight word reading and its relationship to recoding. In *Reading acquisition* (eds P.B. Gough, L.E. Ehri, R. Treiman), 105–143. Hillsdale, NJ: LEA.
- Ehri, L. C., Nunes, S. N., Willows, D. M., Schuster, B., Yaghoub-Zadeh, Z. et Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, 36, 25–287.

- Elbeheri, G. et Everatt, J. (2007). Literacy ability and phonological processing skills amongst dyslexic and non-dyslexic speakers of Arabic. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 20, 273–294.
- Everatt, J. et Al-Mannai, H. (2005). Phonological processing skills as predictors of literacy amongst Arabic speaking Bahraini school children. *Dyslexia*, 11, 269-291.
- Eviatar, Z. et Ibrahim, R. (2014). “Why is it Hard to Read Arabic?” in *Handbook of Arabic Literacy: Insights and perspectives*, eds. E. Saiegh-Haddad and M. Joshi (Language and Literacy Series Springer: The Netherlands), 77-96.
- Eviatar, Z., Ibrahim, R. et Ganayim, D. (2004). Orthography and the hemispheres: visual and linguistic aspects of letter processing. *Neuropsychology*, 18, 1, 174-184.
- Facoetti, A. et Molteni, M. (2001). The gradient of visual attention in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 39, 352-357.
- Facoetti, A., Corradi, N., Ruffino, M., Gori, S. et Zorzi, M. (2010). Visual Spatial Attention and Speech Segmentation are both Impaired in Preschoolers at Familial Risk for Developmental Dyslexia. *Dyslexia* 16, 226-239.
- Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R., Umiltà, C. et Mascetti, G. G. (2003). Auditory and visual automatic attention deficits in developmental dyslexia. *Cognitive Brain Research*, 16, 185-191.
- Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Pezzani, M. et Molteni, M. (2006). Effects of visual hemisphere specific stimulation versus reading-focused training in dyslexic children. *Neuropsychological Rehabilitation* 16(2):194-212.
- Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Umiltà, C. et Mascetti, G. G. (2002). The role of visual spatial attention in developmental dyslexia: Evidence from rehabilitation study. *Cognitive Brain Research*, 15, 154–164.
- Facoetti, A., Turatto, M., Lorusso, M. L. et Mascetti, G. G. (2001). Orienting of visual attention in dyslexia: Evidence for asymmetric hemispheric control of attention. *Experimental Brain Research*, 138, 46-53.
- Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso M. L., Molteni, M., Paganoni, P., Umiltà, C. et Mascetti, G.G. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive neuropsychology*, 23, 841 – 855.
- Facoetti, A., Trussardi, A.N., Ruffino, M., Lorusso, M.L., Cattaneo, C., Galli, R., Molteni, M. et Zorzi, M. (2009). Multisensory spatial attention deficits are predictive of phonological decoding skills in developmental dyslexia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1011–1025.

- Farid, M. et Grainger, J. (1996). How initial fixation position influences visual word recognition: A comparison of French and Arabic. *Brain & Language*, 53, 351-368.
- Farmer, M. et Klein, R. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 460-493.
- Fleisch, H. S . J. (1968). *L'arabe classique : esquisse d'une structure linguistique*. Nouvelle édition, revue et augmentée, I vol. in 8°, 271 Beyrouth, Dar El Machreq Editeurs.
- Fletcher, J. M., Vellutino, F. R., Snowling, M. J. et Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the last four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2-40.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M. et Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current Biology*. 23 , 462–466.
- Frith, C. et Frith, U. (1996). A biological marker for dyslexia. *Nature*, 382, 19-20.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K.E. Patterson, J.C. Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia: Neuropsychological and cognitive studies of phonological reading* ,301-330. Hove, England: Erlbaum.
- Frith, U. (1997). Brain, mind and behaviour in dyslexia. In C. Hulme & M.J. Snowling (Eds.), *Dyslexia: Biology, cognition and intervention* (1–19). London: Whurr.
- Frost, R. (2012). Towards a universal model of reading. *Behavioral and Brain Sciences*, 35, 263-280.
- Frost, R. et Katz, L. (1992). Orthography, phonology, Morphology, and Meaning: an overview. In: R. Frost, & L. Katz (Eds.) *Orthography, Phonology, Morphology, and Meaning*. (1-8). In *Advances in Psychology*, Holland: Elsevier.
- Gathercole, S. E. et Baddeley, A. D. (1993). *Working Memory and Language*. Hove, England: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Gayan, J., Forsberg, H. et Olson, R. K. (1994). Genetic influences on subtypes of dyslexia. *Behavioral Genetics*, 24, 513.
- Gazzaley, A. and Nobre, A.C. (2012). Top-down modulation: Bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Neuroscience*. 16, 2, 129-135.
- Geiger, G., Lettvin, J. Y. et Zagarra-Moran, O.(1992). Task-determined strategies of visual process. *Cognitive Brain Research*, 1, 39–52.
- Georgiou , G. K., Torppa, M., Manolitsis, G., Lyytinen, H., et Parrila, R. (2010). Longitudinal predictors of reading and spelling across languages varying in orthographic consistency. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 25, 321–346.

- Germano, G. D., Pinheiro, F. H. et Capellini, S. A. (2013). Performance of students with dyslexia in intervention programs : Metalinguistics and reading . *Psicologia Argumento* (PUCPR. Impresso) , v. 31, p. 11-22.
- Germano, G. D., Reilhac, C., Capellini, S. A. et Valdois, S. (2014). The phonological and visual basis of developmental dyslexia in Brazilian Portuguese reading children. *Frontiers in Psychology*. 5:1169. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01169 .
- Geva, E. et Siegel, L. S. (2000). Orthographic and cognitive factors in the concurrent development of basic reading skills in two languages. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 12(1-2), 1–30.
- Geva, E., Wade-Woolley, L. et Shany, M. (1993). The concurrent development of spelling and decoding in two different orthographies. *Journal of Reading Behavior*, 25(4), 383–406.
- Gombert, J. E. et Fayol, M. (1992). Writing in preliterate children. *Learning and Instruction*, 2, 23-41.
- Gombert, J.E., Colé, P., Fayol, M., Goigoux, R., Mousty, P. et Valdois, S. (2002). *Enseigner la lecture au cycle 2*. Paris: Nathan.
- Goswami, U .(2008). “Reading, complexity and the brain” *Literacy* 42(2): 67-74.
- Goswami, U. (2014). “The neural basis of dyslexia may originate in primary auditory cortex.” *Brain* 137(Pt 12):3100-2.
- Goswami, U. et Ziegler, J. C. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 131, 3–29.
- Goswami,U. et Bryant, P.(1990). *Phonological skills and learning to read*. East Sussex: Erlbaum.
- Hamdan, J. et Amayreh, M. (2007). Consonant profile of Arabic speaking school age children in Jordan. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 59, 55 64.
- Hammadi I. M. A. (2012). Les critères d'évaluation de test des Matrices de Raven de l'environnement palestinien. Mémoire de Master, Université islamique. Palestine.
- Hamza A. AL - K . (2008). *La psychologie de la dyslexie (dyslexie)*, Maison de la Culture édition et la distribution - Jordanie- Aman .
- Hansen, G. F. (2014). Word recognition in Arabic: Approaching a language-specific model. In Saiegh-Haddad, E. & Joshi, M. (Eds) *Handbook of Arabic Literacy: Insights and Perspectives*. Literacy Studies, vol. 9. New York: Springer; p. 55-76.

- Hari, R. et Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in cognitive sciences*, 5, 525–532.
- Harm, M. W. et Seidenberg, M. S. (2004). Computing the Meanings of Words in Reading: Cooperative Division of Labor Between Visual and Phonological Processes. *Psychological Review* , 111 , 662 – 720.
- Harm, M., et Seidenberg, M.S. (1999). Reading acquisition, phonology, and dyslexia: Insights from a connectionist model. *Psychological Review*, 106, 491-528.
- Hinshelhood , J. (1917). *Congenital Word Blindness*. Chicago: Medical Book.
- Hintzman, D. L. (1986). "Schema abstraction" in a multiple-trace memory model. *Psychological Review*, 93, 411-428.
- Hoff, E. (2003). The specificity of environmental influence: Socioeconomic status affects early vocabulary development via maternal speech. *Child Development*, 74, 1368–1378.
- Houghton, G. et Zorzi, M. (2003). Normal and impaired spelling in a connectionist dual-route architecture. *Cognitive Neuropsychology*, 20,115-162.
- Hulme, C., Hatcher, P. J., Nation, K., Brown, A., Adams, J. et Stuart, G. (2002). Phoneme awareness is a better predictor of early reading skill than onset-rime awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82, 2–28.
- Ibrahim, M. H. (1983). Linguistic distance and literacy in Arabic. *Journal of Pragmatics*, 7, 507 - 515.
- Ibrahim, R. (2007). Does exposure to second spoken language facilitate word reading ability? *Linguistics Journal*, 2(1), 143–161.
- Ibrahim, R. et Aharon-Peretz, J. (2005). Is literary Arabic a second language for native Arab speakers? Evidence from a semantic priming study. *The Journal of Psycholinguistic Research*, 34(1), 51–70.
- Ibrahim, R. et Eviatar, Z. (2009). Language status and hemispheric involvement in reading: Evidence from trilingual Arabic speakers tested in Arabic, Hebrew, and English. *Neuropsychology*, 23(2), 240–254.
- Ibrahim, R., Eviatar, Z. et Aharon Peretz, J. (2002). The characteristics of the Arabic orthography slow its cognitive processing. *Neuropsychologia*. 16, 3, 322-326.
- Ibrahim, R., Eviatar, Z. et Aharon Peretz, J. (2007). Metalinguistic Awareness and Reading Performance: A Cross Language Comparison. *The Journal of Psycholinguistic Research*, 36, 297-317.

- Jiménez, J. E., Rodríguez, C. et Ramirez, G. (2009). Spanish developmental dyslexia: Prevalence, cognitive profiles and home literacy experiences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 2, 167-185.
- Jordan, T, R., Almabruk, A,A., Gadalla, E,A., McGowan, V,A., White, S,J., Abedipour L. et al. (2014). Reading direction and the central perceptual span: Evidence from Arabic and English. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21, 2, 505-11.
- Katz, L. et Frost, R. (1992). The reading process is different for different orthographies: The orthographic depth hypothesis. In Frost, R. & Katz, L., (Eds.). *Orthography, Phonology, Morphology, and Meaning*, pp. 67-84. Amsterdam: Elsevier North Holland Press.
- Kheir Bek, M.(1992). *La langue arabe Racines, Propagation, d'impact dans l'Est et l'Ouest*. Damas. Dar Saad Eddin. cadre
- Kuo, B.C., Stokes, M.G. et Nobre, A.C. (2012). Attention modulates maintenance of representations in visual short term memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24, 1, 51-60.
- Kussmaul, A. (1877). Disturbances of speech. In: von Ziemssen H, McCreery J, eds. *Encyclopedia of the Practice of Medicine*. Wood Win and Co, New York
- Kwong, T. E. et Varnhagen, C. K. (2005). Strategy development and learning to spell new words: generalization of a process. *Developmental Psychology*, 41, 148-159. doi: 10.1037/0012 1649.41.1.148.
- Kyte, C. S. et Johnson, C. J. (2006). The role of phonological recoding in orthographic learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 166-185. Doi: 10.1016/j.jecp.2005.09.003.
- LaBerge, D. et Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293–323.
- Laing, E. et Hulme, C. (1999). Phonological and semantic processes influence beginning readers' ability to learn to read words. *Journal of Experimental Child Psychology*, 73, 183–207.
- Lallier M., Carreiras M., Tainturier M.J., Savill N. et Thierry G.(2013). Orthographic transparency modulates the grain size of orthographic processing: behavioral and ERP evidence from bilingualism. *Brain Research*, 2013; 1505: 47-60.
- Lallier, M., Acha, J. et Carreiras, M. (2016). Cross-linguistic interactions influence reading development in bilinguals: a comparison between early balanced French Basque and Spanish- Basque bilingual children. *Developmental Science*, 19, 1, 76-89.

- Lallier, M., Donnadieu, S., Berger, C. et Valdois, S. (2010). A case study of developmental phonological dyslexia: Is the attentional deficit in the perception of rapid stimuli sequences amodal? *Cortex*, 46(2), 231-241.
- Lallier, M., Peyrin, C., Démonet, J. F., Baciou, M., Pernet, C., Le Bas, J. F. et Valdois, S. (2012). Neural dissociation of phonological et visual attention span disorders in developmental dyslexia: FMRI evidence from two case reports et normal readers. *Brain et Language*, 120, 3, 381-394.
- Lallier, M., Valdois, S., Lassus-Sangosse, D., Prado, C. et Kandel, S., (2014) Impact of orthographic transparency on typical and atypical reading development: Evidence in French-Spanish bilingual children. *Research in developmental disabilities*, 35(5), 1177-1190. doi: 10.1016/j.ridd.2014.01.021.
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K. et al. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54, 686e694.
- Lassus-Sangosse, D. (2008). Nature et spécificité des troubles de l'empan visuo-attentionnel dans les dyslexies développementales. Thèse de doctorat, Université Pierre Mendès France, Grenoble.
- Lassus-Sangosse, D. (2012). Protocole de lecture pour étudiants : ETULEC. Unpublished Assesment battery.
- Lassus-Sangosse, D., Nguyen-Morel, M. A. et Valdois S. (2008). Sequential or simultaneous visual processing deficit in developmental dyslexia. *Vision Research*. 48 979–988.
- Launay, L. et Valdois S.(2004). *Évaluation et prise en charge cognitive de l'enfant dyslexique et/ou dysorthographique de surface*. Dans; Valdois, P. Colé et, D. David (Eds),. *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales. De la théorie à la pratique orthophonique et pédagogique* (eds). (209-232). Solal, Marseil .
- Liberman, A.M., Fitch, H.L., Halwes, T. et Erickson, D.M.(1980). Perceptual equivalence of two acoustic cues for stop consonant manner. *Perception and Psychophysics*, 27, 343-350.
- Livingstone, M., Rosen, G.D., Drislane, F. et Calaburda, A. (1991). Physiological evidence for a magnocellular deficit in developmental dyslexia. *Proceedings of the New York Academy of Science*, 88, 7943-7.
- Lobier M., Dubois M. et Valdois S. (2013).The role of visual processing speed in reading speed development. *PloS one*. 8(4): e58097.

- Lobier M., Peyrin C., Pichat C., LeBas J. F. et Valdois S. (2012). Neural correlates of pre-orthographic character string processing. *Neuropsychologia*, 50(9): 2195-2204.
- Lobier, M. et Valdois, S. (2015). Visual attention deficits in developmental dyslexia cannot be ascribed solely to poor reading experience. *Nature Reviews Neuroscience*.
- Lobier, M., Zoubrinetzky, R. et Valdois, S. (2012). The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal. *Cortex*, 48(6), 768-773. doi: 10.1016/j.cortex.2011.09.003.
- Logan, G. D. (1992). Attention and preattention in theories of automaticity. *American Journal of Psychology* 105:317-339.
- Lovegrove W.J., Bowling A., Badcock B. et Blackwood, M.(1980) Specific reading disability: differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science* 1980; 210: 439-40.
- Lovegrove, W. J., Garzia R. P. et Nicholson, S. B. (1990). Experimental evidence for a transient system deficit in specific reading disability. *Journal of the American Optometric Association*, 61: 137-146.
- Lovegrove, W.J., Heddle, M. et Slaghuis, W. (1980). Reading disability: spatial frequency specific deficits in visual information store. *Neuropsychologia*, 18, 111-115.
- Lovegrove, W.J., Martin, F. et Slaghuis, W.L. (1986). A théorical and experimental case for a visual deficit in specific reading disability. *Cognitive neuropsychology*, 3, 2, 225-267.
- Lyon, G.R. (1995). Toward a definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia* , 45 , 3 - 27.
- Lyon, G.R., Shaywitz, S.E. et Shaywitz, B.A. (2003). A Definition of Dyslexia. *Ann Dyslexia* 53:1–14.
- Maclean, M., Bryant, P. et Bradley, L. (1987). Rhymes, nursery rhymes, and reading in early childhood. *Merrill-Palmer Quarterly*, 33, 255-281.
- Manis, F. R., Seidenberg, M. S. et Doi, L. M. (1999). See Dick RAN: Rapid naming and the longitudinal prediction of reading subskills in first and second graders. *Scientific Studies of Reading*, 3, 129–157.
- Marshall, J. C. et Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia: A psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research*, 2, 175–199.
- Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., et Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, 9 (14), 1–18.
- Marzouki, Y. et Grainger J. (2014). Effects of stimulus duration and inter-letter spacing on letter-in-string identification. *Acta Psychologica*. 148: 49-55.

- McCarthy, J. J. (1985). *Formal Problems in Semitic Phonology and Morphology*, Garland Press, New York. 426 .
- McClelland, J. J. L. et Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of Basic Findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- McConkie, G.W. et Rayner K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*; 17:578 586.
- Moats, L. C. (1984). *Assessment of spelling in learning disabilities research*. In G. R. Lyon (Ed.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities: New views on measurement issues* (. 333–349). Baltimore: York Press.
- Morais, J., Cary, L., Alegria, J. et Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition*, 7(4), 323–33.
- Morais, José. (1994). *L'art de lire*. Paris: Odile Jacob.
- Morgan, W.P. (1896). A case of congenital word blindness. *British Medical Journal* 1896; 1871:1378-1379.
- Morikawa, K. et McBeath, M.K. (1992). Lateral motion bias associated with reading direction. *Vision Research*, 32, 1137-1141.
- Muneaux, M. et Ducrot, S. (2014). Capacités oculomotrices, visuo-attentionnelles et lecture : Un autre regard sur la dyslexie. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant* (ANAE), vol. 129..137-146.
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. et Taylor, S. (1997). Segmentation, not rhyming, predicts early progress in learning to read. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65:370–396.
- Nation, K., Angell, P. et Castles, A. (2007). Orthographic learning via self-teaching in children learning to read English: Effects of exposure, durability and context. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 71–84.
- Nazir, T. A., Ben-Boutayab, N., Decoppet, N., Deutsch, A. et Frost, R. (2004). Reading habits, perceptual learning, and recognition of printed words. *Brain and Language*. 88(3): 294-311.
- Nazir, T. A., et Aghababian, V. (2004). Diagnostic des stratégies déviantes de lecture. In S. Valdois, P. Colé, & D. David (Eds.), *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales* (69-83). Marseille : Solal éditions.

- Nazir, T. A., Heller, D. et Sussmann, C. (1992). Letter visibility and word recognition: The optimal viewing position in printed words. *Perception and Psychophysics*, 52, 315-328
- Nicholson, T. (1991). Do children read words better in context or in lists? A classic study revisited. *Journal of Educational Psychology*. 83(4): 444-450.
- Nicholson, T., Bailey, J. et McArthur, J. (1991). Context cues in reading: The gap between research & popular opinion. *Reading, Writing & Learning Disabilities*, 7, 33-41.
- Nithart, C. (2008). Étude des déficits phonologiques à l'origine des troubles d'apprentissage de la lecture dans la dyslexie et la dysphasie : Approches développementale, neuropsychologique et anatomo-fonctionnelle. (Thèse) Université Strasbourg.
- O'Regan, J.K. et Jacobs, A.M. (1992). Optimal viewing position effect in word recognition: A challenge to current theories. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 185-197.
- Orton, S. T. (1925). 'Word-Blindness' in School Children;" *Archives of Neurology and Psychiatry* 14: 581-615.
- Paterson, KB, McGowan, V.A., White, SJ, Malik, S., Abedipour, L. et Jordan, T.R. (2014). Reading direction and the central perceptual span in Urdu and English, *Plos One*, 9, 2, e88538.
- Paulesu, E., Demonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., et al. (2001). Dyslexia: cultural diversity and biological unity. *Science*, 291, 2165-2167.
- Pavlidis, G.Th. (1981). Do eye movements hold the key to dyslexia ? *Neuropsychologia*, 19, 57-64.
- Pelli, D.G., Burns C.W., Farell, B. et Moore-Page, D.C. (2006). Feature detection and letter identification. *Vision Research*. 46(28): 4646-4674.
- Perea, M, Mallouh, R. A. (2014). Carreiras M. Are root letters compulsory for lexical access in Semitic languages? The case of masked form-priming in Arabic. *Cognition*. 132(3): 491-500.
- Perea, M, Mallouh, RA. et Carreiras, M. (2010). The search for an input-coding scheme: Transposed-letter priming in Arabic. *Psychonomic Bulletin and Review*, 17,3, 375-380.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading Ability*. Oxford University Press, New York .
- Perfetti, C. A. (1997). *The psycholinguistics of spelling and reading*. In Perfetti C A, Rieben L, Fayol M (eds.) 1998 *Learning to Spell: Research, Theory, and Practice Across Languages*. Erlbaum, Mahwah, NJ.

- Perfetti, C. A., Liu, Y. et Tan L.H (2002). How the mind meets the brain in reading: a comparative writing systems approach. In: Kao HSR, Leong CK, Gao DG, editors. Cognitive neuroscience studies of the Chinese language. Hong Kong: Hong Kong University Press.
- Perfetti, C., Beck, I., Bell, L. et Hughes, C. (1987). Phonemic knowledge and learning to read are reciprocal: A longitudinal study of first grade children. *Merrill Palmer Quarterly*, 33, 283-319.
- Perry, C., et Ziegler, J. C. (2002). A Cross-Language Computational Investigation of the Length Effect in Reading Aloud. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 28, 990-1001.
- Perry, C., Ziegler, J. C. et Zorzi, M. (2010). Beyond single syllables: Large-scale modeling of reading aloud with the Connectionist Dual Process (CDP++) model. *Cognitive Psychology*, 61, 106-15.
- Perry, C., Ziegler, J.C. et Zorzi, M. (2007). Nested incremental modeling in the development of computational theories: The CDP1 model of reading aloud. *Psychological Review*, 114(2), 273–315
- Perry, M. (1991). Learning and transfer: Instructional conditions and conceptual change. *Cognitive Development*, 6, 449 – 468.
- Peyrin, C, Lallier, M., Demonet, J.F., Pernet, C., Baciou, M., Le Bas, J.F. et al. (2012). Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia: fMRI evidence from two case reports. *Brain and Language*. 120(3): 381-394.
- Peyrin, C., Démonet, J., N'Guyen-Morel, M., Le Bas, J.F. et Valdois, S. (2011). Superior parietal lobule dysfunction in a homogeneous group of dyslexic children with a visual attention span disorder. *Brain and Language*. 118(3): 128-138.
- Peyrin, C., Démonet, J. F., Baciou M., Le Bas, J. F. et Valdois, S. (2011). Superior parietal lobe dysfunction in a homogeneous group of dyslexic children with a single visual attention span disorder. *Brain Lang*. 118 128–138 10.1016/j.bandl.2010.06.005.
- Plaut, D. C., McClelland, J. Lw, Seidenberg, M. S. et Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word-reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103, 56-115.
- Pollatsek A, Bolozyk S, Well A.D. et Rayner K. (1981). Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. *Brain and Language*. 1981; 14(1): 174-80.

- Powell, D., Stainthorp, R., Stuart, M., Garwood, H. et Quinlan, P. (2007). An experimental comparison between rival theories of rapid automatized naming performance and its relationship to reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 98 (1). 46-68. ISSN 0022-0965 doi: 10.1016/j.jecp.2007.04.003.
- Prado, C., Dubois, M. et Valdois, S. (2007). The eyes movements of dyslexic children during reading and visual search : impact of the visual attention span. *Vision research*, 47, 2521-2530.
- Rack, J.P., Snowling, M.J. et Olson, R.K. (1992). The non-word reading deficit in developmental dyslexia: a review. *Reading Research Quarterly* vol. 27, no.1., 29-53.
- Ramus F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day B.L., Castellote, J.M., White, S. et Frith U. (2003a). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126:841-865.
- Ramus, F. (2002). Dyslexie, la cognition en désordre ? *La Recherche, Hors Série* n°9, 66-68.
- Ramus, F. (2003b). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 212-21
- Ramus, F. et Ahissar, M. (2012). Developmental dyslexia: the difficulties of interpreting poor performance, and the importance of normal performance. *Cognitive Neuropsychology*. 29: 104-22. (408300) PMID: 22559749 DOI: 10.1080/02643294.677420 .
- Ramus, F., et Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 129-141.
- Rao, C., Vaid, J. et Srinivasan, N. et Chen, H-C. (2011). Orthographic characteristics speed Hindi word naming but slow Urdu naming: evidence from Hindi/Urdu biliterates. *Reading and Writing*. 24(6): 679-695.
- Rapport d'expertise INSERM (2007) Dyslexie, Dysorthographe, Dyscalculie : Bilan des données scientifiques. Paris : Editions INSERM
- Raven, J., Raven, J. C. et Court, J. H. (2003, updated 2004) Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- Rayner, K. (2009). The Thirty Fifth Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention during reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1457-1506.
- Rayner, K. (1986). Eye movement and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 211-236.

- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 8, 1457-1506.
- Rayner, K., et Pollatsek, A. (1987). Eye movements in reading: A tutorial review. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII: The psychology of reading*, 327-362. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Reid, G. (2009). *Dyslexia. A practitioner's handbook*. 4th Edition. Wiley-Blackwell.
- Reilhac, C., Jucla, M., Iannuzzi, S., Valdois S. et Démonet, J.F. (2012). Effect of orthographic processes on letter identity and letter-position encoding in dyslexic children. *Frontiers in Psychology*, 3:154.
- Reilhac, C., Peyrin, C., Démonet, J. F. et Valdois S. (2013). Role of the superior parietal lobules in letter-identity processing within strings: FMRI evidence from skilled and dyslexic readers. *Neuropsychologia*, 51(4): 601-612.
- Rittle-Johnson, B. et Siegler, R. S. (1999). Learning to spell: Variability, choice, and change in children's strategy use. *Child Development*, 70, 332–348. doi: 10.1111/1467-8624.00025.
- Ruff, C.C., Kristjansson, A. et Driver, J. (2007). Readout from iconic memory and selective spatial attention involve similar neural processes. *Psychological Science*, 18, 10, 901-909.
- Saiegh-Haddad, E. et Joshi, R.M. (2014). *Handbook of Arabic Literacy*. Springer Verlag.
- Saiegh-Haddad, E. (2003). Linguistic distance and initial reading acquisition: The case of Arabic diglossia. *Applied Psycholinguistics*, 24, 431–451. In Saiegh-Haddad E. et Joshi R.M. (2014). *Handbook of Arabic Literacy*. Springer Verlag.
- Saiegh-Haddad, E. (2005). Correlates of reading fluency in Arabic: Diglossic and orthographic factors. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 18, 559–582.
- Saiegh-Haddad, E. et Geva, E. (2008). Morphological awareness, phonological awareness, and reading in English-Arabic bilingual children. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 21, 481–504.
- Saiegh-Haddad, E. et Henkin-Roitfarb, R. (2014). The structure of Arabic language and orthography. *Handbook of Arabic Literacy: The Netherlands*. Springer; 9. 3-28. In Saiegh-Haddad E. et Joshi R.M. (2014). *Handbook of Arabic Literacy*. Springer Verlag.
- Savage, R., Carless, S. et Ferraro, V. (2007). Predicting curriculum and test performance at age 11 years from pupil background, baseline skills and phonological awareness at age 5 years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry - Wiley Online* 48(7), 732-739.

- Seidenberg, M. S. (2005). Connectionist models of word reading. *Current Directions in Psychological Science*, 14 (5), 238-242.
- Seidenberg, M. S. et McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96(4), 523-568.
- Seidenberg, M. S. et McClelland, J. L. (1989). Visual word recognition and pronunciation: A computational model of acquisition, skilled performance, and dyslexia. In Galaburda, A. (Ed). *From Neurons to Reading* (pp. 255-305). Cambridge, MA: MIT Press.
- Seidenberg, M. S., Plaut, D. C., Petersen, A. S., McClelland, J. L. et McCrae, K. (1994). Nonword pronunciation and models of word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1177-1196 .
- Seidenberg, M.S., MacDonald, M.C. et Haskell, T. (2007). Semantics and phonology constrain compound formation. *The Mental Lexicon*, 2, 287-312.
- Seymour, P. H. K., Aro, M., et Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, 94, 143–174.
- Shaki, S., Fischer, M.H. et Petrusic, W.M. (2009). Reading habits for both words and numbers contribute to the SNARC effect. *Psychonomic Bulletin & Review*. 16(2): 328-331.
- Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151-218 .
- Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning: A direct test of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 72, 95–129.
- Share, D. L. (2008). On the Anglocentrism of current reading research and practice: The perils of overreliance on an “outlier orthography”. *Psychological Bulletin*. 134, 584-615. (doi:10.1037/0033-2909. 134.4.584).
- Share, D. L., Levin, I. et Shatil, E. (1996). *A qualitative-quantitative study of pre-school writing*: Its development and contribution to school literacy. In M. Levy & S. Ransdell (Eds.), *The science of writing*, 271–293. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Shatil, E., et Share, D. L. (2003). Cognitive antecedents of early reading ability: A test of the modularity hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 86(1), 1–31.
- Shaywitz, S. E. et Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1301-1309.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M. et Escobar, M. D. (1990). Prevalence of reading disability in boys and girls: Results of the Connecticut Longitudinal Study. *Journal of the American Medical Association*, 264, 998-1002.

- Shimron, J. et Sivan, S. (1994). Reading proficiency and orthography: Evidence from Hebrew and English. *Language Learning*, 44(1), 5–27.
- Siegler, R. S. et Jenkins, E. A. (1989). How children discover new strategies. Hillsdale, NJ: Erlbaum Siegler & Jenkins,
- Snowling, M. (1987). Dyslexia. A cognitive developmental perspective. *Blackwell Publishers*.
- Snowling, M. J. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological Research*; 43: 219-34.
- Snowling, M. J. (1997). Dyslexia as a Phonological Deficit: Evidence and Implications. *Child & Adolescent Mental Health*, 3(1), 4-11. doi: 10.1111/1475-3588.00201
- Snowling, M. J. (2000). Dyslexia: *Wiley-Blackwell*.
- Spinelli, D., De Luca, M., Judica, A. et Zoccolotti P. (2002) Crowding effects on word identification in developmental dyslexia. *Cortex* 2002; 38: 179 - 200.
- Sprenger-Charolles, L., et Colé, P. (2003). Lecture et dyslexie, approche cognitive. Dunod, Paris.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Béchennec, D. et Kipffer-Piquard, A. (2005). French normative data on reading and related skills : from 7 to 10 year-olds. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 55, 157-186.
- Stahl, S. A., et Murray, B. A. (1994). Defining Phonological Awareness and Its Relationship to Early Reading. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 221-234
- Stanovich, K. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of initial differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 21, 360-407.
- Stein, J. et Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends Neurosci*; 20: 147- 52.
- Stein, J. F. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 12-36. doi: 10.1002/dys.186 .
- Stein, J. F. et Fowler, M. S. (1993). Unstable binocular control in children with specific reading retardation. *Journal of Research in Reading*; 16: 30:45.
- Stein, J. F., Richardson, A. J. et Fowler, M. S. (2000). Monocular occlusion can improve binocular control and reading in dyslexics. *Brain*, 123, 164–170.
- Stein, J.F. et Walsh, V.(1997). To see but not to read: the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neuroscience*, 20, 147-52.
- Stephen, R. B. (2003). Phonological sensitivity: A quasi parallel progression of word structure units and cognitive operation. *Reading Research Quarterly* DOI: 10.1598/RRQ.38.4.3

- Suarez-Coalla, P. et Cuetos, F. (2012). Reading strategies in Spanish developmental dyslexics. *Annals of Dyslexia*, 62: 71-81,
- Swanson, H. L. (2002). Learning disabilities is a specific processing deficit, but it is much more than phonological processing. In R. Bradley, L. Danielson, & D. P. Hallahan (Eds.), *Identification of learning disabilities: Research to practice* (pp. 643-651). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Swanson, H. L., Trainin, G., Necochea, D. M., et Hammill, D. (2003). Rapid naming, phonological awareness, and reading: A meta-analysis of correlation evidence. *Review of Educational Research*, 73, 407-440
- Swanson, H.L. (1999). Reading research for students with LD : A meta-analysis of intervention outcomes. *Journal of Learning Disabilities*, 32 (6), 504-532
- Temple, C. M. et Marshall, J. C. (1983). A case study of developmental phonological dyslexia. *British Journal of Psychology*, 74, 517-533.
- Temple, E. (2002). Brain mechanisms in normal and dyslexic readers. *Current opinion in neurobiology*, 12 :178-183.
- Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., et al. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(5), 2860-2865. doi: 10.1073/pnas.0030098100
- Torgesen, J. K. (2002). The Prevention of Reading Difficulties. *Journal of School Psychology*, 40(1), 7-26. .
- Tunmer, W.E. et Nesdale A.R. (1985). Phonemic segmentation skill and beginning Reading. *Journal of Educational Society*, 77, 417-527.
- Vaessen, A. et Blomert, L. (2010). Long-term cognitive dynamics of fluent reading development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 105(3), 213-231. doi: 10.1016/j.jecp.2009.11.005.
- Vaid, J, Singh, M. (1989). Asymmetries in the perception of facial affect: Is there an influence of reading habits? *Neuropsychologia*. 27(10): 1277-1187.
- Valdois, S. (2010). Dyslexia (developmental). In G.F. Koob, M. Le Moal & R.F. Thompson (Ed.), *Encyclopedia of behavioural neuroscience* (454-460). Elsevier.
- Valdois, S. (2014). Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant* , 128, 27-35.

- Valdois, S. et Launay, L. (1999). Evaluation et rééducation cognitive des dyslexies développementales: illustration à partir d'une étude de cas. In M. Van der Linden & D. Perrier (Eds.), *Rééducation neuropsychologique*. Marseille: Solal.
- Valdois, S., Bidet-Ildei, C., Lassus-Sangosse, D., Reilhac, C., N'Guyen, M.A., et al. (2011). A visual processing but no phonological disorder in a child with mixed dyslexia. *Cortex* 47: 1197–1218.
- Valdois, S., Bosse, M. L. et 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. doi: 10.1002/dys.284.
- Valdois, S., Bosse, M. L., Ans, B., Carbonnel, S., Zorman, M., David, D. et al. (2003). Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia: Evidence from two case studies. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 16(6), 541-572.
- Valdois, S., Bosse, M.L. et Tainturier, M. J. (2004). Cognitive correlates of developmental dyslexia : Review of evidence for a selective visual attentional deficit. *Dyslexia*, 10, 1-25.
- Valdois, S., Carbonnel, S., Juphard, A., Baci, M., Ans, B., Peyrin, C. et al. (2006). Polysyllabic pseudo-word processing in reading and lexical decision: converging evidence from behavioral data, connectionist simulations and functional MRI. *Brain Research*, 1085(1), 149-162. doi: 10.1016/j.brainres.2006.02.049.
- Valdois, S., De Partz, M. P., Seron, X. et Hulin, M. (2003). *L'orthographe illustrée*. (OrthoEditione éd.).
- Valdois, S., Lassus-Sangosse, D. et Lobier, M. (2012). Impaired letter-string processing in developmental dyslexia: what visual-to-phonology code mapping disorder? *Dyslexia*, 18(2), 77-93. doi: 10.1002/dys.1437.
- Valdois, S., Peyrin, C., Lassus-Sangosse, D., Lallier, M., Demonet, J. F. et Kandel, S. (2014). Dyslexia in a French-Spanish bilingual girl: behavioural and neural modulations following a visual attention span intervention. *Cortex*, 53, 120-145. doi: 10.1016/j.cortex.2013.11.006 .
- Valdois, S., Guinet, E. et Embs, J.L. (2014). EVADYS: un logiciel d'évaluation de l'empan VA (A software for the assessment of visual attention span abilities). Isbergues: Ortho-Editions.

- Van den Boer, M., de Jong, P. F. et Haentjens-van Meeteren, M. M. (2013). Modeling the Length Effect: Specifying the Relation with Visual and Phonological Correlates of Reading. *Scientific Studies of Reading*, 17(4), 243-256.
- Velan, H. et Frost, R. (2011). Words with and without internal structure: what determine the nature of orthographic and morphological processing? *Cognition*, 118, 141-156.
- Vellutino, F. R. et Scanlon, D. M., (1987). Phonological coding, phonological awareness, and reading ability: Evidence from a longitudinal and experimental study. *Merrill-Palmer Quarterly*, 33, 321-363.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J. et Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2-40.
- Vellutino, F.R. (1979). *Dyslexia : Theory and research* . Cambridge (Mass) : M.I.T. Press.
- Wagner, R.K. et Torgesen, J.K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101(2), 192-212
- Wagner, R.K., Torgeson, J.K. et Rashotte, C.A. (1994). Development of reading-related phonological processing abilities: New evidence of bi-directional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental Psychology*, 30(1), 73–87.
- Wagner, R.K., Torgeson, J.K., Laughon, P., Simmons, K. et Rashotte, C.A. (1993). Development of young readers' phonological processing abilities. *Journal of Educational Psychology*, 85(1), 83–103.
- Witton, C., Talcott, J. B., Hansen, P. C., Richardson, A. J., Griffiths, T. D., Rees, A., et al. (1998). Sensitivity to dynamic auditory and visual stimuli predicts nonword reading ability in both dyslexic and normal readers. *Current Biology*, 8(14), 791-797.
- Wolf, M. et Bowers, P. G. (1999). The double deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91, 1–24, 415 – 438
- Ziegler, J. C. et Goswami. U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: a psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*. 2005; 131(1): 3-29.
- Ziegler, J. C., Castel, C., Alario, F-X., Pech-George, C., George, F. et Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition*, 107, 151-178.
- Ziegler, J. C., Goswami, U. et Richardson, U. (2005). The effects of spelling consistency on phonological awareness : A comparison of English and German. *Journal of Experimental Child Psychology*, 92(4), 345-365.

- Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., Dufau, S. et Grainger, J. (2010). Rapid processing of letters, digits and symbols: what purely visual-attentional deficit in developmental dyslexia? *Developmental Science*, 13(4), F8-14.
- Ziegler, J. C., Perry, C. et Zorzi, M. (2014). Modelling reading development through phonological decoding and self-teaching: Implications for dyslexia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369 (1634), art. no. 20120397. DOI: 10.1098/rstb.2012.0397.
- Ziegler, J. C., Perry, C., Jacobs, A. M. et Braun, M. (2001). Identical words are read differently in different languages. *Psychological Science*, 12, 379-384.
- Ziegler, J.C., Perry, C. et Zorzi, M. (2014). CDP++.Italian: Modelling sublexical and supralexical inconsistency in a shallow orthography. *Plos One* 9(4): e94291.
- Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., Bravar, L., George, F., Pech-Georgel, C. et Ziegler, J.C. (2012). Extralarge letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Science*, doi: 10.1073/pnas.1205566109.
- Zorzi, M., Houghton, G. et Butterworth, B. (1998). Two routes or one in reading aloud? A connectionist dualprocess model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 1131–1161.
- Zoubrinetzky, R. et Bielle, F. et Valdois, S., (2014). New insights on developmental dyslexia subtypes : Heterogeneity of mixed reading profiles. Third Oxford-Kobe symposium, (Oxford), United Kingdom, April 11-13th. doi: 10.1371/ Plos One.0099337.
- Zoubrinetzky, R., Collet, G., Serniclaes, W., Nguyen-Morel, M.A. et Valdois, S. (2015). Relationships between categorical perception of phonemes, phoneme awareness, and visual attention span in developmental dyslexia. *Plos One*, 15-39283).

Les annexes

For the purpose of obtaining information or a copy about thesis annexes please contact:

AWADH Faris Haroon Rasheed Obeed
Assistant Professor
University of Al-Qadisiya. p.o.Box 88 .Iraq.
Faculty of arts
Department of Psychology

E-mail.
faris_rshd@yahoo.com

Or contact:

Grenoble-Alps University
Psychology Laboratory and NeuroCognition UMR5105
Bâtiment Sciences de l'Homme et Mathématiques.
38400 Saint-Martin-d'Hères, France.

Annexe (XVI)
Corrélations chez les enfants arabophones bons lecteurs et faibles lecteurs

L'analyse de corrélation a été effectuée sur la population des enfants bons lecteurs (N=83) avant appariement avec le groupe des faibles lecteurs, afin d'étudier les liens entre les différentes variables sur une population la plus large possible.

Bons lecteurs

Variable	Corrélations Partielles (bons lecteurs.sta) Corrélations significatives marquées à $p < ,00050$ N=83 (Observations à VM ignorées)									
	Lecture Text 2'	PA simil phon	PA Om° Syllabe	long trans	court trans	MCLM PM	comp trans	RGlobalTotal	RPartielTotal	somme seuil
Lecture Text 2'	1,0000	,2073	,2498	,6144	,5024	,4386	,4333	,4045	,6037	,3744
	$p=---$	$p=,062$	$p=,024$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,001$
PA simil phon	,2073	1,0000	,3555	,2782	,1721	,1593	,1740	,0110	,0357	,1892
	$p=,062$	$p=---$	$p=,001$	$p=,011$	$p=,122$	$p=,153$	$p=,118$	$p=,922$	$p=,750$	$p=,089$
PA Om° Syllabe	,2498	,3555	1,0000	,3698	,2375	,3591	,3859	-,0745	,1391	-,0225
	$p=,024$	$p=,001$	$p=---$	$p=,001$	$p=,032$	$p=,001$	$p=,000$	$p=,506$	$p=,213$	$p=,841$
long trans	,6144	,2782	,3698	1,0000	,8306	,6705	,6546	,1237	,2883	,2267
	$p=,000$	$p=,011$	$p=,001$	$p=---$	$p=0,00$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,268$	$p=,009$	$p=,041$
court trans	,5024	,1721	,2375	,8306	1,0000	,7039	,6896	,0586	,2418	,0689
	$p=,000$	$p=,122$	$p=,032$	$p=0,00$	$p=---$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,601$	$p=,029$	$p=,538$
MCLM PM	,4386	,1593	,3591	,6705	,7039	1,0000	,9902	,2128	,2900	,0614
	$p=,000$	$p=,153$	$p=,001$	$p=,000$	$p=,000$	$p=---$	$p=0,00$	$p=,055$	$p=,008$	$p=,584$
comp trans	,4333	,1740	,3859	,6546	,6896	,9902	1,0000	,1934	,2880	,0440
	$p=,000$	$p=,118$	$p=,000$	$p=,000$	$p=,000$	$p=0,00$	$p=---$	$p=,082$	$p=,009$	$p=,695$
RGlobalTotal	,4045	,0110	-,0745	,1237	,0586	,2128	,1934	1,0000	,2840	,1643
	$p=,000$	$p=,922$	$p=,506$	$p=,268$	$p=,601$	$p=,055$	$p=,082$	$p=---$	$p=,010$	$p=,140$
RPartielTotal	,6037	,0357	,1391	,2883	,2418	,2900	,2880	,2840	1,0000	,2582
	$p=,000$	$p=,750$	$p=,213$	$p=,009$	$p=,029$	$p=,008$	$p=,009$	$p=,010$	$p=---$	$p=,019$
somme seuil	,3744	,1892	-,0225	,2267	,0689	,0614	,0440	,1643	,2582	1,0000
	$p=,001$	$p=,089$	$p=,841$	$p=,041$	$p=,538$	$p=,584$	$p=,695$	$p=,140$	$p=,019$	$p=---$

Faibles lecteurs

Variable	Corrélations Partielles (faibles lecteurs.sta) Corrélations significatives marquées à $p < ,00050$ N=45 (Observations à VM ignorées)									
	Lecture Text 2'	PA simil phon	PA Om° Syllabe	MCLM long	MCLM court	MLCM PM	comp trans	RGlobalTotal	RP trans	somme seuil
Lecture Text 2'	1,0000	,3621	,2191	,4148	,6016	,4776	-,1770	,2617	,3342	,1822
	p= ---	p=,016	p=,153	p=,005	p=,000	p=,001	p=,250	p=,086	p=,027	p=,237
PA simil phon	,3621	1,0000	,6636	,3532	,3922	,4001	-,1003	-,0627	,0676	,0080
	p=,016	p= ---	p=,000	p=,019	p=,008	p=,007	p=,517	p=,686	p=,663	p=,959
PA Om° Syllabe	,2191	,6636	1,0000	,4280	,3959	,5576	-,0449	-,1154	,1084	,2395
	p=,153	p=,000	p= ---	p=,004	p=,008	p=,000	p=,772	p=,456	p=,484	p=,117
MCLM long	,4148	,3532	,4280	1,0000	,7043	,7126	-,1180	-,0183	,4005	,2081
	p=,005	p=,019	p=,004	p= ---	p=,000	p=,000	p=,446	p=,906	p=,007	p=,175
MCLM court	,6016	,3922	,3959	,7043	1,0000	,6524	,0570	,1070	,2860	,1644
	p=,000	p=,008	p=,008	p=,000	p= ---	p=,000	p=,713	p=,489	p=,060	p=,286
MLCM PM	,4776	,4001	,5576	,7126	,6524	1,0000	-,1174	-,0278	,1580	,1172
	p=,001	p=,007	p=,000	p=,000	p=,000	p= ---	p=,448	p=,858	p=,306	p=,449
comp trans	-,1770	-,1003	-,0449	-,1180	,0570	-,1174	1,0000	,3767	-,0214	,0126
	p=,250	p=,517	p=,772	p=,446	p=,713	p=,448	p= ---	p=,012	p=,890	p=,936
RGlobalTotal	,2617	-,0627	-,1154	-,0183	,1070	-,0278	,3767	1,0000	,5178	,3401
	p=,086	p=,686	p=,456	p=,906	p=,489	p=,858	p=,012	p= ---	p=,000	p=,024
RP trans	,3342	,0676	,1084	,4005	,2860	,1580	-,0214	,5178	1,0000	,5718
	p=,027	p=,663	p=,484	p=,007	p=,060	p=,306	p=,890	p=,000	p= ---	p=,000
somme seuil	,1822	,0080	,2395	,2081	,1644	,1172	,0126	,3401	,5718	1,0000
	p=,237	p=,959	p=,117	p=,175	p=,286	p=,449	p=,936	p=,024	p=,000	p= ---

La seule variable qui corrèle significativement (après correction de Bonferroni) avec les épreuves de report global et partiel est la vitesse de lecture de texte. Les performances sur les épreuves de conscience phonologique ne corrèlent avec aucune des épreuves de lecture mais une corrélation significative est observée entre l'omission de syllabe et la compréhension. La compréhension corrèle avec l'ensemble des épreuves de lecture. Les épreuves d'empan VA et de conscience phonologique ne corrèlent pas entre elles.