

Université de Lille



Ecole Doctorale des Sciences de l'Homme et de la Société

Laboratoire URECA

Sous la co-direction du Professeur Séverine Casalis et du Docteur Laetitia Perre

APPRENTISSAGE DE LA LECTURE et PHONOLOGIE

Implication du code phonologique

dans la reconnaissance de mots écrits chez l'enfant

THESE

Présentée à L'Université de Lille 3, le

04 décembre 2014

en vue de l'obtention du grade de Docteur en Psychologie par

KARINNE SAUVAL

MEMBRES DU JURY

Pr. Séverine Casalis, Université de Lille, France

Dr. Laetitia Perre, Université de Lille, France

Pr. Pascale Colé, Université Aix-Marseille, France

Pr. Michel Fayol, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France

Dr. Chotiga Pattamadilok, Université Aix-Marseille, France

Directrice

Directrice

Rapporteur

Rapporteur

Examinatrice

Un livre est un outil de liberté

Jean Guéhenno

Remerciements

Merci à Séverine Casalis et Laetitia Perre qui m'ont guidée tout au long de ce travail de thèse. Merci de m'avoir formée à ce difficile mais ô combien passionnant métier de chercheur.

Merci à Isabelle Bonnotte pour son attention et ses paroles réparatrices.

Merci à Yann Coello qui rend toute chose possible.

Merci aux Pr. Pascale Colé, Dr. Chotiga Pattamadilok et Pr. Michel Fayol de m'avoir fait l'honneur d'évaluer ce travail de recherche.

Par ordre d'apparition, merci à Marion de m'avoir inoculé le virus de la recherche, merci à Pauline une grande sœur à sa façon, merci à Eva pour les discussions enthousiasmantes, merci à Lucie pour le partage des nombreuses expériences de vie, merci à Ewa pour sa générosité, merci à tous les doctorants pour leur joie de vivre, l'entre-aide, les discussions animées et les nombreux éclats de rire! Merci à Manu notre mère à tous!

Merci à tous mes amis d'avoir accepté mes longues absences et mes silences. Merci à Manue pour son soutien et à Annick pour le réconfort.

Merci à Jean-Marc pour m'avoir ouvert des portes.

Merci à Thierry pour sa très grande compréhension.

Merci à mes parents de m'avoir transmis leurs valeurs et de m'avoir donné assez de force pour entreprendre cette aventure et la mener à bien malgré bien des obstacles.

Merci à Paul et à Thibault, mes enfants et ma plus incroyable expérience! Merci pour leur soutien, leurs encouragements, leur compréhension. Merci pour votre amour.

Merci à la vie qui offre inlassablement un champ de possibles...

Résumé

Nous avons examiné à travers cinq études le rôle de la phonologie dans la reconnaissance de mots écrits chez des enfants tout-venant plus ou moins avancés dans l'apprentissage de la lecture. Pour cela, nous avons utilisé le paradigme de l'amorçage dans des versions visuelles, auditives et intermodales. Ce paradigme, à ce jour peu utilisé dans les études chez l'enfant, permet d'étudier, en temps réel et de manière précise, les processus phonologique et orthographiques engagés dans la reconnaissance de mots. Les études 1 et 2 montrent que chez les jeunes lecteurs, les représentations phonologiques du langage oral sont impliquées dans la lecture silencieuse de pseudomots, dans un format trait phonétique et dans la reconnaissance de mots familiers écrits, dans un format phonémique. L'étude 3 indique que le code phonologique contribue à la reconnaissance des mots de manière stable entre le CE2 et le CM2. Néanmoins, lorsque les représentations orthographiques sont peu spécifiées, la contribution du code phonologique est plus importante. Les études 4 et 5, en amorçage masqué visuel phonologique (O-P+ vs O-P-) et ortho-phonologique (O+P+ vs O+P-), montrent qu'au cours de la reconnaissance de mots familiers, les représentations phonologiques sont activées de manière automatique et ce dès le CE2. En revanche, l'activation automatique des représentations orthographiques semble apparaître plus tardivement dans le développement (CM2). Nos résultats suggèrent que lorsque le processus orthographique est fonctionnel mais pas encore pleinement efficace (CE2), la reconnaissance des mots écrits bénéficie de l'activation phonologique alors que, lorsque le processus est pleinement efficace (CM2), la reconnaissance des mots bénéficie de l'activation orthographique. Il semble donc que le développement du processus d'activation automatique des représentations phonologiques et le développement du processus d'activation automatique du lexique orthographique soient indépendants, le premier se développerait pleinement avant le second.

Abstract

We conducted five studies to examine the role of phonological code in visual word recognition in children more or less advanced in learning to read. For that, we used the priming paradigm (in visual, auditory and inter modalities). This paradigm allows to study on-line and in precise manner, phonological and orthographic processes engaged in visual word recognition. The studies 1 and 2 indicate that, in Grade 3 and Grade 5, speech representations are involved in silent reading of pseudowords, in phonetic feature format and in visual familiar word recognition, in phonemic format. The study 3 indicates that phonological code contributes to visual word recognition in stable manner through Grade 3 and Grade 5. Nevertheless, when lexical orthographic representations are not well specified, phonological contribution is greater. The studies 4 and 5, in phonological (O-P+ vs O-P-) and ortho-phonological (O+P+ vs O+P-) visual masked priming, show that familiar visual word recognition involves phonological representations in automatic manner from Grade 3 to Grade 5. In contrast, automatic activation of orthographic representations seems to develop later (Grade 5). These results suggest that when orthographic process is functional but not fully effective (Grade 3), visual word recognition benefits from phonological activation whereas when orthographic process is fully effective (Grade 5), visual word recognition benefits from orthographic activation. That suggests that development of phonological automatic activation and development of orthographic automatic activation are independent. The process of phonological automatic activation is entirely developed earlier than the process of orthographic automatic activation.

Publications dans le cadre de la thèse

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture

- Sauval, K., Duncan, L., Marinus, E., Perre, L., & Casalis, S. Non-selective phonological activation in bilingual readers: evidence from a cross-linguistic phonological masked priming study in Grades 3 and 5. (*en préparation*)
- Sauval, K., Casalis, S., & Perre, L. Phonological contribution during visual word recognition in child readers. An intermodal priming study in Grades 3 and 5. (*soumis, Journal of Experimental Child Psychology*)
- Sauval, K., Perre, L., & Casalis, S. Phonological representations in beginning readers: Evidence from priming effects in visual and spoken word recognition. (*en révision, Langage, Cognition and Neuroscience*)

Communications affichées à des congrès internationaux et nationaux

- Sauval, K., Duncan, L., Marinus, E., Perre, L., & Casalis, S. (2014, May). Phonological contribution to visual word recognition in Grades 3 and 5. Evidence from a cross-linguistic visual masked priming study. *Psycholinguistics in Flanders*, Ostend, Belgium.
- Sauval, K., Perre, L., & Casalis, S. (2013, September). Sublexical phonological representations in advanced reader children: Evidence from priming paradigm. *Joint Annual Conference of British Psychological Society Developmental and Cognitive Sections*, Reading, United Kingdom.
- Sauval, K., Casalis, S., & Perre, L. (2013, August). Sublexical phonological representations in young readers: Evidence from priming paradigm. *XVIIIth Meeting of the European Society for Cognitive Psychology*, Budapest, Hungary.
- Sauval, K., Perre, L. & Casalis, S. (2012, July). Do speech units participate to written word recognition in young readers? *XIXth Meeting of Society for the Scientific Study of reading*, Montréal, Canada.
- Sauval, K. & Casalis, S. (2011, September). Time course of phonological and orthographic information in written word recognition in children in 5th grade: Study in masked priming. *XVIIth Meeting of the European Society for Cognitive Psychology*, San Sebastian, Spain.
- Sauval, K., Perre, L. & Casalis, S. (2010, Septembre). Amorçage phonologique et orthographique en lecture de mots chez des enfants scolarisés en 3ème et 5ème année. *LIIe Congrès de la Société Française de Psychologie*, Lille, France.

Janiot, M., Sauval, K. & Casalis, S. (2009, June). Frequency neighborhood effects in good and less good French spellers in 3rd and 5th graders: A masked priming study. *XVIIth Annual Meeting Society for the Scientific Study of Reading*, Boston, USA.

Communications orales à des congrès nationaux

Sauval, K., Casalis, S. & Perre, L. (2013, Juin). Contribution des informations orthographique et phonologique lors de la reconnaissance de mots chez des enfants lecteurs débutants ou plus avancés. Etude en amorçage intermodal. *XIIIe Journée Scientifique des Jeunes Chercheurs en Psychologie*, Lille, France.

Sauval, K., Perre, L. & Casalis, S. (2012, Juin). Précision du traitement du langage oral chez des enfants de 2ème et 5ème année. Etude en amorçage auditif par fragment. *XIIe Journée Scientifique des Jeunes Chercheurs en Psychologie*, Lille, France.

Communications orales invité

Sauval, K. (2011, Novembre). Amorçage fragmentaire en inter-modalité, modalité visuelle et modalité auditive: Etudes chez des lecteurs débutants et avancés. *Projet MESHES: Troubles développementaux du langage: Etudes comportementales et électrophysiologiques des liens oral-écrit et spécificité des troubles*. Lille, France.

Sauval, K. (2011, Juin). Evolutions des relations entre représentations orthographiques et représentations phonologiques au cours de l'apprentissage de la lecture chez l'enfant. *Projet partenariat URECA-Education Nationale (Académie du Nord)*. Lille, France.

Sauval, K. (2010, Novembre). Evolution des interactions entre langage parlé et langage écrit au cours de l'apprentissage de la lecture en français. *Projet "La grande ouverture", Collaboration Association Espace Doctorants-ERSEP (Ecole Régionale Supérieure d'Expression Plastique)*. Tourcoing, France.

Sommaire

Remerciements	2
Résumé	4
Abstract	5
Publications dans le cadre de la thèse	6
Sommaire	8
Liste des Figures	12
Liste des Tableaux	14
Liste des Annexes	16
Avant-Propos	19
1. PARTIE THEORIQUE	23
1.1. CHAPITRE 1	
LA RECONNAISSANCE DES MOTS ECRITS CHEZ LE LECTEUR EXPERT	24
1.1.1. La reconnaissance des mots chez l'expert	25
1.1.1.1. Le traitement de l'information orthographique	25
Le traitement sous-lexical	25
Le traitement lexical	29
1.1.1.2. Le traitement de l'information phonologique	30
1.1.2. Les modèles de la lecture silencieuse experte introduisant un codage phonologique	38
Modèle à deux routes en cascade	38
Modèle à Activation Interactive Bi-modal	39
Modèle Multi-Route de la Compréhension en lecture silencieuse	43
1.2. CHAPITRE 2	
L'APPRENTISSAGE DE LA LECTURE CHEZ L'ENFANT	45
1.2.1. Le recodage phonologique explicite	46
1.2.2. Rôle de la phonologie dans la construction du lexique orthographique	47
L'hypothèse du self-teaching	47
Développement des représentations orthographiques lexicales et des connexions ortho-phonologiques spécifiques au mot	49

1.2.3. Le code phonologique est-il impliqué lors de la reconnaissance de mots écrits familiers chez les jeunes lecteurs? _____	52
1.2.3.1. Preuves d'une lecture lexicale des mots familiers _____	52
1.2.3.2. Implication de la phonologie lors de la reconnaissance de mots familiers _____	55
1.2.4. Modèles développementaux de la lecture silencieuse _____	58
Les modèles anciens _____	58
Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse _____	59

Questions de recherche **62**

La méthodologie **64**

Les participants _____	64
La procédure _____	64
Le paradigme expérimental _____	65
Le traitement statistique _____	65

2. PARTIE EXPERIMENTALE **67**

2.1. CHAPITRE 1

NATURE ET FORMAT DES REPRESENTATIONS PHONOLOGIQUES **68**

2.1.1. Etude 1 – Nature et format des représentations phonologiques en lecture silencieuse de pseudomots _____	76
2.1.1.1. Expérience 1 – Traitement des pseudomots écrits _____	76
Introduction _____	76
Méthode _____	77
Résultats _____	78
Discussion Expérience 1 _____	82
2.1.1.2. Expérience 2 – Traitement des pseudomots parlés _____	84
Introduction _____	84
Méthode _____	84
Résultats _____	85
Discussion Expérience 2 _____	87
2.1.1.3. Discussion Etude 1 _____	88
2.1.2. Etude 2 – Nature et format des représentations phonologiques en reconnaissance de mots familiers _____	90
2.1.2.1. Expérience 3 – Reconnaissance de mots écrits familiers _____	90
Introduction _____	90
Résultats _____	97

Discussion Expérience 3 _____	101
2.1.2.2. Expérience 4 - Reconnaissance de mots parlés familiers _____	105
Introduction _____	105
Méthode _____	105
Résultats _____	106
Discussion Expérience 4 _____	110
2.1.2.3. Discussion Etude 2 _____	113
2.1.3. Discussion Etudes 1 et 2 _____	116
2.1.4. En résumé _____	119
2.2. CHAPITRE 2	
CONTRIBUTION DE LA PHONOLOGIE AU COURS DU DEVELOPPEMENT DU SYSTEME ORTHOGRAPHIQUE	120
2.2.1. Etude 3 – Evolution de la contribution de la phonologie en fonction de l'expérience en lecture _____	120
Introduction _____	120
Méthode _____	125
Résultats _____	128
Discussion Etude 3 _____	133
2.2.2. En résumé _____	139
2.3. CHAPITRE 3	
ACTIVATION AUTOMATIQUE DES REPRESENTATIONS PHONOLOGIQUES LORS DE LA RECONNAISSANCE DE MOT	141
2.3.1. Etude 4 – Mise en évidence d'une activation automatique des représentations phonologiques _____	146
Introduction _____	146
Méthode _____	151
Résultats _____	154
Discussion Etude 4 _____	158

2.3.2.	Etude 5 – Bénéfice pour la reconnaissance des mots de l’activation automatique des représentations phonologiques _____	163
	Introduction _____	163
	Méthode _____	164
	Résultats _____	166
	Discussion Etude 5 _____	169
2.3.3.	Discussion Etude 4 et Etude 5 _____	174
2.3.4.	En résumé _____	176
3.	<i>DISCUSSION GENERALE - PERSPECTIVES</i> _____	178
	Discussion Générale	179
	Nature et format des représentations phonologiques impliquées dans la reconnaissance des mots écrits chez des lecteurs plus ou moins avancés dans l’apprentissage de la lecture. _____	182
	Contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots en fonction de l’expérience en lecture. _____	183
	Activation rapide et automatique de la phonologie au cours de la reconnaissance des mots _____	185
	Phonologie non-sélective à la langue chez des enfants bilingues _____	187
	Proposition d’une version révisée du modèle développemental multi-route de la lecture silencieuse de Grainger et Ziegler (2011). _____	189
	Perspectives	196
	Développement normal _____	196
	Développement pathologique _____	200
	<i>Références</i> _____	203
	<i>Annexes</i> _____	223

Liste des Figures

Figure 1 : Modèle à Bigrammes Ouverts (Grainger & Van Heuven, 2003).	28
Figure 2 : Effets nets de facilitation orthographique (e.g., lone-LONG vs tabe-LONG) et phonologique (e.g., lont-LONG vs lone-LONG) en fonction de la durée de présentation de l'amorce (Ferrand & Grainger, 1993).	33
Figure 3 : Effets nets de facilitation orthographique (e.g., mert-MERE vs mair-MERE) et phonologique (e.g., mair-MERE vs toul-MERE) en fonction de la durée de présentation de l'amorce (Ferrand & Grainger, 1994).	35
Figure 4 : Modèle à Deux Routes en Cascades (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon & Ziegler, 2001).	39
Figure 5 : Architecture du Modèle à Activation Interactive Bi-modal de reconnaissance de mots (Grainger et al., 2003 ; Grainger & Ferrand, 1994 ; Jacobs et al., 1998 ; McClelland & Rumelhart, 1981).	40
Figure 6 : Détail des processus des voies orthographique et phonologique du Modèle à Activation Interactive Bi-modal de reconnaissance de mots (Grainger & Holcomb, 2009).	42
Figure 7 : Modèle Multi-Route de la Compréhension des mots en lecture silencieuse de mots (Grainger & Ziegler, 2011).	43
Figure 8 : Évolution de la précision de la représentation lexicale orthographique du mot « tongue » selon trois niveaux hypothétiques de la lecture de ce mot (Perfetti, 1992).	50
Figure 9 : Développement de la redondance à travers trois niveaux hypothétiques d'acquisition de la lecture du mot « iron » (Perfetti, 1992)	51
Figure 10 : Modèle Développemental Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012, Grainger & Ziegler, 2011).	60
Figure 11 : Etude 3 - Effet d'amorçage phonologique (en ms) en fonction de la fréquence des mots et du niveau scolaire.	135
Figure 12 : Modèle révisé du Modèle Développemental Multi-Route de la lecture silencieuse de Grainger et Ziegler (2011).	190
Figure 12-1 : Etape du recodage phonologique explicite	191
Figure 12-2a 3a : Reconnaissance des mots pour les mots dont la représentation orthographique lexicale n'est pas encore bien spécifiée	192
Figure 12-2b : Processus de reconnaissance des mots chez le lecteur intermédiaire pour les mots dont la représentation orthographique lexicale est bien spécifiée.	193
Figure 12-3b : Processus de reconnaissance des mots chez le lecteur avancé pour les mots dont la représentation orthographique lexicale est bien spécifiée	194
Figure 13-1 : Prédiction de l'évolution de l'activation rapide et automatique du code orthographique et du code phonologique au cours de l'apprentissage de la lecture chez les jeunes lecteurs	197

Figure 13-2 : Prédiction de l'évolution du bénéfice pour la reconnaissance des mots dû à l'activation rapide et automatique du code phonologique au cours de l'acquisition de la lecture chez les jeunes enfants _____ 198

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Résumé des études menées dans le cadre de cette thèse _____	66
Tableau 2 : Classification des phonèmes consonnantiques de la langue française en fonction des trois types de traits phonétiques : point d'articulation, mode articulatoire et voisement (Soutet, 1995). _____	70
Tableau 3 : Etude 1 - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en fonction du type d'item écrit pour les CE2 et CM2. _____	79
Tableau 4 : Etude 1 - Latences moyennes (ms) et les taux d'erreurs moyens (%) en fonction du type d'item parlé pour les CE2 et CM2. _____	85
Tableau 5 : Etude 2 - Caractéristiques des amorces non-reliée (NR), identité (ID), variation 1 trait (V1T), variation multi-trait (VMT). _____	96
Tableau 6 : Etude 2 - Amorçage inter-modal - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en condition d'amorçage non-reliée (NR), identité (ID), variation 1 trait (V1T), variation multi-trait (VMT) pour les CE1 et CM2. _____	98
Tableau 7 : Etude 2 - Amorçage auditif - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en condition d'amorçage non-reliée (NR), identité (ID), variation 1 trait (V1T), variation multi-trait (VMT) pour les CE1 et CM2. _____	107
Tableau 8 : Etude 1 et Etude 2 - Synthèse des résultats des expériences de 1 à 4 _____	118
Tableau 9 : Etude 3 - Caractéristiques des mots cible en fonction de la fréquence _____	126
Tableau 10 : Etude 3 - Exemple d'items utilisés pour chacune des conditions d'amorçage auditif (phonologique et non-reliée) _____	127
Tableau 11 : Etude 3 - Latences moyennes (en ms) et taux d'erreurs (en %) en fonction de la fréquence des mots cible et des conditions d'amorçage pour les CE2 et CM2. _____	129
Tableau 12 : Etude 4 - Exemple d'items utilisés pour chacune des conditions et pourcentage d'information orthographique et phonologique partagée avec la cible. _____	153
Tableau 13 : Etude 4 - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en fonction de la condition d'amorçage (phonologique, contrôle orthographique, non-reliée) pour les CE2 et les CM2. _____	155
Tableau 14 : Etude 4 - Résultats de l'analyse des contrastes orthogonaux sur les latences réalisés avec un modèle à effets mixtes, niveaux scolaires confondus (CE2 et CM2). _____	156
Tableau 15 : Etude 4 - Résultats de l'analyse des contrastes orthogonaux sur les erreurs réalisée avec un modèle à effets mixtes niveaux scolaires confondus (CE2 et CM2). _____	157
Tableau 16 : Etude 5 - Exemple d'items utilisés pour chacune des conditions et pourcentage d'information orthographique et phonologique partagée avec la cible. _____	165

Tableau 17 : Etude 5 - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en fonction de la condition d'amorçage (orthographique-phonologique, orthographique et non-reliée) pour les CE2 et CM2. _____	167
Tableau 18 : Etude 5 - Résultats de l'analyse des contrastes orthogonaux sur les latences réalisée avec un modèle à effets mixtes pour chaque niveau scolaire (CE2 et CM2). _____	169
Tableau 19 : Tableau de synthèse des résultats obtenus dans ce travail de thèse. _____	181

Liste des Annexes

Annexe A : Etude 1 – Matériel de test : Mot de base, Pseudomot variation un trait (V1T), Pseudomot variation multi-trait (VMT) _____	224
Annexe B : Etude 2 – Matériel de test : Mots cible (visuel/auditif), Amorces auditives identité (ID), variation un trait (V1T), variation multi-trait (VMT), non-reliée (NR). _____	226
Annexe C : Etude 3 – Matériel de test : Mots cible fréquents (F) et moins fréquent (MF), Amorces auditives phonologique (PH), non-reliée (NR). _____	227
Annexe D : Etude 4 – Matériel de test : Cible mot français et amorces typiquement anglaises _____	228
Annexe E : Etude 5 – Matériel de test : Mot cible et amorces selon la condition d’amorçage	230

Avant-Propos

Posséder la lecture c'est posséder la compétence qui permet d'accéder à la connaissance du monde et donc de se construire en tant que personne et de trouver sa place dans la société. On comprend les enjeux que l'acquisition de la lecture revêt pour chaque individu et chaque société et pourquoi son apprentissage est au centre des apprentissages dès les premières années de scolarisation. Pour que l'enseignement de la lecture soit efficace, il est important de connaître les mécanismes complexes de l'apprentissage de la lecture. Depuis plusieurs décennies, les chercheurs ont cherché à modéliser les processus mis en jeu au cours de la lecture et comment ces processus se construisent au cours de l'acquisition de la lecture. Les modèles théoriques considèrent que la lecture nécessite de faire appel à deux composantes indispensables pour une lecture efficace : la reconnaissance des mots écrits (compétence de bas niveau spécifique à la lecture) et la compréhension du texte (compétence de haut niveau non spécifique à la lecture). On ne peut accéder à la compréhension d'un texte sans une reconnaissance correcte, rapide et automatique des mots. Cette reconnaissance des mots ne peut être effective que lorsque l'enfant a construit

le système cognitif de reconnaissance des mots. Pour cela, deux types d'information sont nécessaires et indispensables : l'information orthographique et l'information phonologique des mots. Tout l'enjeu initial de l'apprentissage de la lecture va être de mettre en lien ces deux types d'information.

Au tout début de l'apprentissage de la lecture, l'enfant lit les mots nouveaux par recodage phonologique. La mise en correspondance de l'écrit avec les sons correspondant se réalise lentement et de manière consciente. A l'inverse, dans le cas de la lecture experte, la reconnaissance des mots se fait par un accès rapide au lexique. Les connexions entre les représentations orthographiques et phonologiques s'effectuent de manière rapide et automatique. Entre ces deux stades, nous avons peu d'informations sur comment les liens entre orthographe et phonologie évoluent au cours de l'apprentissage de la lecture et en quoi la phonologie contribue à la reconnaissance des mots.

L'objectif général de cette thèse est d'étudier l'implication des représentations phonologiques lors de la reconnaissance des mots écrits chez des jeunes lecteurs plus ou moins avancés dans leur apprentissage et de rendre compte de l'évolution de la contribution phonologique au cours de l'acquisition de la lecture chez les jeunes lecteurs.

Toutes nos études ont été menées chez des enfants tout-venant. Tout au long de cet écrit, nous avons utilisé le terme « jeunes lecteurs » pour qualifier, de manière globale, les enfants de tous les niveaux scolaires auxquels nous nous sommes intéressés (CE1, CE2 et CM2). Les termes « lecteurs débutants », « lecteurs intermédiaires » et « lecteurs avancés » font respectivement référence aux niveaux scolaires CE1, CE2 et CM2.

Nos études sont inspirées des études réalisées chez le lecteur expert. En effet, nous avons abordé la question de la phonologie dans la reconnaissance des mots telle qu'elle est

abordée chez le lecteur expert c'est-à-dire avec des mesures en temps réel. Une grande partie de nos études ont été réalisées en utilisant le paradigme de l'amorçage. De plus, le cadre interprétatif de nos résultats est le *Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse* (Grainger, Lété, Bertand, Dufau, & Ziegler, 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) qui est largement inspiré du *Modèle Multi-Route de la Compréhension des mots en lecture silencieuse* chez le lecteur expert (Grainger & Ziegler, 2011).

Ce travail de thèse présente deux grandes parties, une partie théorique et une partie expérimentale. La partie théorique s'articule autour de deux grands chapitres. Le premier chapitre est consacré au mécanisme de la reconnaissance des mots chez le lecteur expert et plus particulièrement à l'implication automatique du code phonologique dans la reconnaissance de mots. Nous présentons également des modèles de la lecture silencieuse incorporant une composante phonologique chez le lecteur expert. Le second chapitre est consacré au rôle de la phonologie au cours de l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants et aux modèles développementaux de la lecture. La partie expérimentale comporte trois chapitres correspondant aux trois grandes questions auxquelles nous nous sommes intéressés. Tout d'abord, nous avons examiné quels sont la nature et le format des représentations phonologiques impliquées dans le traitement silencieux de l'écrit. Nous avons voulu savoir si la reconnaissance automatique des mots implique les représentations phonologiques du langage oral utilisées lors du recodage phonologique ou si les représentations phonologiques sont spécifiques au traitement des mots écrits. Nous avons également cherché à définir le format sous lequel la plus petite unité phonologique intervient lors du traitement de l'écrit. Deux formats peuvent être envisagés. Le trait phonétique qui correspond à des critères articulatoires et qui est un format typique du langage oral ou le phonème qui est le format utilisé dans le traitement de la parole mais

également dans la conversion de l'écrit en son. Le chapitre 1 est consacré à cette question. Nous nous sommes, ensuite, intéressés à l'évolution de la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots écrits en fonction de l'expérience en lecture des jeunes lecteurs. Deux facteurs ont été pris en compte : le niveau scolaire et la fréquence des mots. Cette question est développée au chapitre 2. Enfin, dans le Chapitre 3, nous avons abordé la question de l'activation automatique des représentations phonologiques à partir de l'écrit et du bénéfice que cette activation peut apporter à la reconnaissance des mots écrits chez les jeunes lecteurs plus ou moins avancés dans leur apprentissage de la lecture. Les résultats obtenus font l'objet d'une discussion générale suivie des perspectives à venir.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE 1

LA RECONNAISSANCE DES MOTS ECRITS CHEZ LE LECTEUR EXPERT

Un lecteur habile est capable de lire 200 mots à la minute ce qui équivaut à la vitesse de production de la parole. Sachant qu'un lecteur moyen connaît environ 60 000 mots, lire une phrase reviendrait à consulter le dictionnaire deux ou trois fois par seconde. Cette compétence s'exprime alors que la personne n'a aucunement conscience des processus complexes qu'elle mobilise. En fait, la reconnaissance des mots met en jeu des processus irrépressibles, rapides et automatiques. Depuis plusieurs décennies, les chercheurs ont cherché à comprendre comment le système de reconnaissance des mots traite les différentes informations contenues dans le mot (informations visuelle, orthographique, phonologique et sémantique) et quels sont les processus qui permettent d'accéder de manière rapide et automatique à la représentation orthographique lexicale puis à la représentation sémantique. Dans ce travail de thèse, nous nous sommes intéressés au traitement de bas niveau des mots écrits. Nous avons donc considéré uniquement les

informations orthographique et phonologique puisque ces deux informations sont traitées conjointement lors de ce traitement de bas niveau. Dans ce premier chapitre, nous exposons comment le système de reconnaissance des mots traite l'information orthographique puis, nous abordons la question de l'implication du code phonologique lors de la reconnaissance de mots. Enfin, nous présentons les modèles de la lecture silencieuse impliquant le code phonologique chez le lecteur expert. Nous avons développé la question du traitement des informations orthographique et phonologique chez le lecteur expert car les résultats obtenus chez le lecteur expert fournissent des informations importantes et utiles dans la compréhension des processus chez l'enfant. De plus, certains travaux réalisés chez l'enfant ont été inspirés de travaux réalisés chez le lecteur expert.

1.1.1. La reconnaissance des mots chez l'expert

1.1.1.1. Le traitement de l'information orthographique

Le traitement sous-lexical

Il est maintenant largement admis que l'information pertinente pour la reconnaissance des mots est la lettre dans sa forme abstraite c'est-à-dire indépendamment de la casse, de la police ou de la taille (Evelt & Humphreys, 1981). Le traitement des lettres se faisant en parallèle, il est nécessaire que le système code l'identité et la position des lettres du mot. Initialement, certains chercheurs ont proposé un codage unique de la position absolue des lettres (McClelland & Rumelhart, 1981). Plus récemment d'autres chercheurs ont proposé un codage tenant compte de la position relative des lettres. Selon les auteurs, le codage de la position relative peut se faire de gauche à droite (Davis & Bowers, 2006 ; Whitney, 2001) ou selon des points d'ancrage tels que la première lettre, la dernière lettre et la lettre où se pose l'œil dans le mot (Peressotti & Grainger, 1999). Un autre type de codage de la

position relative des lettres utilisant des groupes de lettres a été proposé. Ce codage utiliserait des triplets de lettres (Seidenberg & McClelland, 1989) ou des trigrammes ouverts (Mozer, 1987) ou encore des bigrammes ouverts (Grainger & Van Heuven, 2003).

Des études réalisées en amorçage masqué (voir Encart) ont apporté des données en faveur d'un codage de la position relative des lettres (Grainger, Granier, Farioli, Van Assche, & van Heuven, 2006 ; Grainger & Van Heuven, 2003).

Encart : Le paradigme de l'amorçage

Le paradigme d'amorçage constitue un moyen privilégié pour examiner en temps réel et de manière précise les représentations engagées dans la lecture. Ce paradigme est classiquement utilisé chez le lecteur expert mais plus rarement chez les jeunes lecteurs. Le principe est le suivant : un premier stimulus, l'amorce, est présenté juste avant un second stimulus, la cible, que le participant doit traiter (Forster & Davis, 1984). La relation entre l'amorce et la cible est manipulée. Par exemple, l'amorce et la cible peuvent être reliées orthographiquement (e.g., rise-ROSE) ou phonologiquement (e.g., roze-ROSE). On compare l'influence de l'amorce reliée à l'influence d'une amorce non reliée (e.g., dape-ROSE). La manipulation du temps de présentation de l'amorce permet d'examiner les processus conscients nommés également processus stratégiques (l'amorce est visible, le temps de présentation de l'amorce est supérieur à 66 ms) ou inconscients nommés également processus rapides et automatiques (l'amorçage est dit masqué, l'amorce est subliminale, le temps de présentation de l'amorce est de l'ordre de 17 à 66 ms, Ferrand & Grainger (1992, 1993). D'autres facteurs peuvent être manipulés. Par exemple, la quantité d'information apportée par l'amorce : l'amorce peut être un fragment de la cible (Ferrand, Segui, & Grainger, 1996) ;

Le design expérimental des études en amorçage peut également être manipulé. L'amorce et la cible peuvent être présentées en modalité visuelle ou auditive. Le pourcentage de paires amorce-cible reliées peut varier : un pourcentage faible favorise un traitement non-stratégique de la cible. L'intervalle inter-stimuli peut être plus ou moins grand : un intervalle court réduit le traitement stratégique de la cible (Hamburger & Slowiaczek, 1996 ; McQueen & Sereno, 2005).

La tâche du participant peut être une décision lexicale, une prononciation, une identification perceptive ou une catégorisation sémantique.

Par exemple, (Grainger & Van Heuven, 2003) ont obtenu un effet facilitateur de la reconnaissance des mots cible (e.g., silence) lorsque l'amorce gardait, dans l'ordre, les lettres en position 1, 3, 4, 5, 7 (e.g., slene) comparé à une amorce non reliée. En revanche,

ils n’obtenaient pas d’effet lorsque l’ordre des lettres de l’amorce était modifié (e.g., snele ou elens). Les auteurs ont proposé que des bigrammes ouverts, constitués de deux lettres adjacentes et non adjacentes avec un maximum de distance de deux lettres et dans un ordre correct, codent la position des lettres du mot. Par exemple, le mot RAME serait codé par les bigrammes ouverts RA, RM, RE, AM, AE, ME. L’ensemble de ces bigrammes ouverts forment la carte des positions relatives des lettres.

Ces auteurs ont proposé un *Modèle à Bigrammes Ouverts* pour rendre compte du codage de la position des lettres (voir Figure 1).

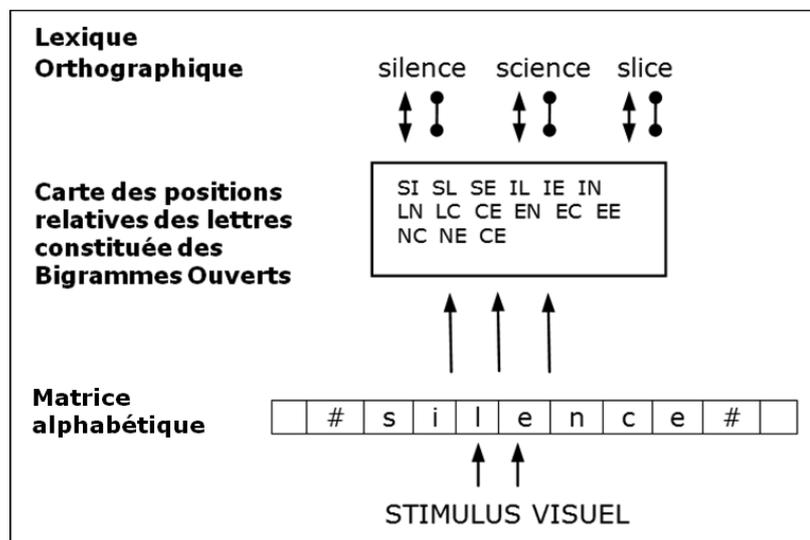


Figure 1 : Modèle à Bigrammes Ouverts (Grainger & Van Heuven, 2003).

La Figure 1 nous montre que la présentation du stimulus visuel va provoquer l’activation en parallèle d’une série de lettres. Ce traitement en parallèle serait réalisé par des détecteurs de lettres. Chaque détecteur traite une lettre en fonction de sa localisation par rapport à la position de la fixation de l’œil sur le mot. L’ensemble de ces détecteurs est nommé *matrice alphabétique*. Le traitement combiné des lettres activées et de leur position relative fournit la *carte des positions relatives des lettres* constituée de *bigrammes ouverts*.

Cette carte des positions relatives des lettres va activer pleinement la représentation orthographique du mot présenté (« silence ») et partiellement les représentations orthographiques orthographiquement proches du mot présenté (« science » et « slice »).

Ce modèle, implémenté par Grainger & Van Heuven (2003 ; (Grainger et al., 2006) rend compte des *effets lettres-transposées*. Par exemple, dans l'expérience en amorçage masqué de Perea, Lupker (2003), les amorces créées en transposant deux lettres adjacentes du mot cible facilitaient la reconnaissance du mot cible comparé à des amorces contrôle pour lesquelles deux lettres avaient été substituées. Ce résultat indique que les amorces lettres-transposées produisent un effet d'amorçage formel (e.g., Perea & Lupker, 2004). Par exemple, la transformation lettres-transposées du mot OCEAN (bigrammes ouverts OC-OE-OA-CE-CA-CN-EA-EN-AN) donnait l'amorce « ocaen » (OC-OA-OE-CA-CE-CN-AE-AN-EN), les bigrammes soulignés sont communs aux bigrammes ouverts du mot cible OCEAN). L'amorçage lettres-transposées « ocaen » était comparé à l'amorçage contrôle deux-lettres-substituées « ocuon » (OC-OU-OO-CU-CO-CN-UO-UN-ON). L'activation de la représentation orthographique lexicale par un nombre élevé de bigrammes ouverts explique l'effet de facilitation obtenu en amorçage lettres transposées.

Après l'activation en parallèle des représentations des lettres et des bigrammes ouverts, l'activation se propage à la représentation orthographique lexicale.

Le traitement lexical

L'activation reçue par les représentations orthographiques lexicales va entraîner une augmentation du niveau d'activation de base des représentations. La représentation qui reçoit le plus d'activation est sélectionnée, le mot est alors reconnu (McClelland & Rumelhart, 1981). De très nombreux travaux ont montré que les mots rencontrés

fréquemment lors des lectures étaient reconnus plus facilement que les mots moins fréquemment lus (e.g., Dobbs, Friedman, & Lloyd, 1985 ; Gordon, 1983 ; Grainger, 1990 ; Monsell, Doyle, & Haggard, 1989). La fréquence d'occurrence d'un mot est déterminée par une mesure objective du nombre de fois qu'un lecteur rencontre le mot sur un million de mot lus. L'effet de fréquence est un effet très robuste que l'on trouve dans toutes les langues, pour tous les types de mot et toutes les tâches. Cet effet de fréquence est classiquement interprété comme se situant au niveau lexical (e.g., Monsell et al., 1989 ; Rayner & Raney, 1996 ; pour une autre interprétation voir (Balota & Chumbley, 1984) et donc comme témoignant d'une lecture lexicale. Pour les mots de haute fréquence, l'accès aux représentations lexicales serait plus rapide et le niveau d'activation de base des représentations lexicales serait plus élevé ce qui expliquerait pourquoi les mots de haute fréquence sont reconnus plus rapidement que les mots de plus basse fréquence (McClelland & Rumelhart, 1981).

L'intervention du code orthographique dans la reconnaissance des mots est une évidence. Les études qui se sont intéressées à ce code ont surtout cherché à comprendre comment le système traite cette information et quels sont les processus mis en jeu. Concernant le code phonologique, la question de son intervention au cours de la reconnaissance de mots a longtemps été en débat. A ce jour, les preuves de son implication sont nombreuses et il ne fait plus aucun doute que la phonologie joue un rôle important dans la reconnaissance des mots écrits.

1.1.1.2. Le traitement de l'information phonologique

Les effets d'homophonie et de pseudohomophonie ont été les premiers effets permettant de soutenir l'idée d'une intervention du code phonologique lors de la lecture silencieuse

(expérience princeps de Rubenstein, Lewis, & Rubenstein, 1971 ; voir aussi Besner & Davelaar, 1983 ; Pexman, Lupker, & Jared, 2001 ; Van Orden, 1991). Par exemple, dans une tâche de décision lexicale, le pseudomot *brane*, pseudohomophone du mot *brain*, met plus de temps à être rejeté qu'un pseudomot non homophone. Cet effet est expliqué par le fait que le pseudohomophone, en contactant le lexique phonologique via les représentations phonologiques sous-lexicales, serait phonologiquement reconnu comme un mot mais ne serait pas reconnu comme un mot d'un point de vue orthographique. Ceci créerait un conflit entre l'activation de la représentation phonologique du mot et la non-activation de la représentation orthographique de ce même mot. Ce conflit mettrait du temps à être résolu et entraînerait des temps de réponse longs (Braun, Hutzler, Ziegler, Dambacher, & Jacobs, 2009). Aujourd'hui, l'idée d'un codage phonologique lors de la reconnaissance des mots est largement admise par la plupart des chercheurs (voir Rastle & Brysbaert, 2006 ; Van Orden & Kloos, 2005, pour des synthèses récentes) et semble même avoir un caractère universel puisqu'il a été mis en évidence dans les langues alphabétiques (e.g., en anglais, Berent & Perfetti, 1995 ; en allemand, Ziegler & Jacobs, 1995 ; en serbo-croate, Lukatela, Carello, & Turvey, 1990 ; en hébreu, Frost & Kampf, 1993 ; en français, Ferrand & Grainger, 1992) et non-alphabétiques (en chinois, Perfetti & Zhang, 1991 ; en japonais kanji, Wydell, Patterson, & Humphreys, 1993).

L'aspect non-optionnel et automatique du codage phonologique lors de la reconnaissance des mots, a été mis en évidence par Perfetti et ses collaborateurs avec une tâche d'identification avec masquage rétroactif (Perfetti, Bell, & Delaney, 1988 ; Perfetti & Bell, 1991). Dans ce paradigme, la cible, présentée très brièvement (e.g., 30 ms), est suivie d'une brève apparition d'un masque linguistique pseudomot partageant des caractéristiques avec la cible (e.g., 25 ms), puis d'un masque non-linguistique. Le participant doit écrire la

cible. Par exemple, la séquence cible-masque phonologique *rate-RAIT* apporte un bénéfice à l'identification de la cible comparé à la séquence cible-masque contrôle orthographique *rate-RALT* (le partage de l'orthographe entre la cible et les pseudomots était maintenu constant). Perfetti et ses collègues expliquent cet effet facilitateur en termes d'activation rapide, automatiques des représentations phonologiques sous-lexicales par les graphèmes, activation qui se propagerait jusqu'aux unités lexicales. Des effets de facilitation phonologique ont également été trouvés dans de nombreuses expériences en amorçage masqué visuel combiné à une tâche de décision lexicale (Ferrand & Grainger, 1992, 1993, 1994 ; Frost, Ahissar, Gotesman, & Tayeb, 2003 ; Grainger, Diependaele, Spinelli, Ferrand, & Farioli, 2003 ; Grainger & Ferrand, 1994, 1996 ; Lukatela, Frost, & Turvey, 1998, 1999 ; Pollatsek, Perea, & Carreiras, 2005 ; Ziegler, Ferrand, Jacobs, Rey, & Grainger, 2000; pour une méta-analyse voir Rastle & Brysbaert, 2006). De plus, les récentes données en imagerie cérébrale (e.g., Braun et al., 2009 ; Newman & Connolly, 2004) confirment le caractère automatique et non-optionnel de l'implication du code phonologique en lecture silencieuse chez le lecteur expert. Tous ces résultats supportent la position d'un codage phonologique sous-lexical, rapide et automatique à partir de l'écrit.

Aujourd'hui, les interrogations portent sur des questions plus spécifiques comme le décours temporel de l'activation des codes orthographique et phonologique, la contribution relative des codes orthographique et phonologique à la reconnaissance des mots et la nature du code phonologique impliqué dans la reconnaissance de mot.

Le décours temporel du codage orthographique et du codage phonologique a été montré dans des expériences en amorçage masqué, en faisant varier les temps d'amorçage orthographique et phonologique. Par exemple, Ferrand et Grainger (1993) ont fait varier la durée de présentation des amorces de 17 ms à 102 ms par tranche de 17 ms. Pour connaître

le bénéfice apporté à la reconnaissance des mots par l'activation du code orthographique, l'effet de facilitation orthographique était calculé en comparant la condition *orthographique* à la condition *non-reliée* (e.g., respectivement *lone-LONG* vs *tabe-LONG*). De la même manière, pour connaître le bénéfice apporté à la reconnaissance des mots par l'activation du code phonologique, l'effet de facilitation phonologique était calculé en comparant la condition *orthographique-phonologique* (O+P+) à la condition *orthographique* (O+P-). Par exemple, la paire amorce-cible *lont-LONG* était comparée à la paire *lone-LONG* (le partage orthographique entre les amorces et la cible était maintenu constant). Les auteurs obtiennent une facilitation orthographique pour des durées de présentation de l'amorce comprises entre 17 ms et 60 ms alors que la facilitation phonologique apparaît plus tardivement entre 40 ms et 100 ms de présentation de l'amorce. Les résultats sont présentés dans la Figure 2.

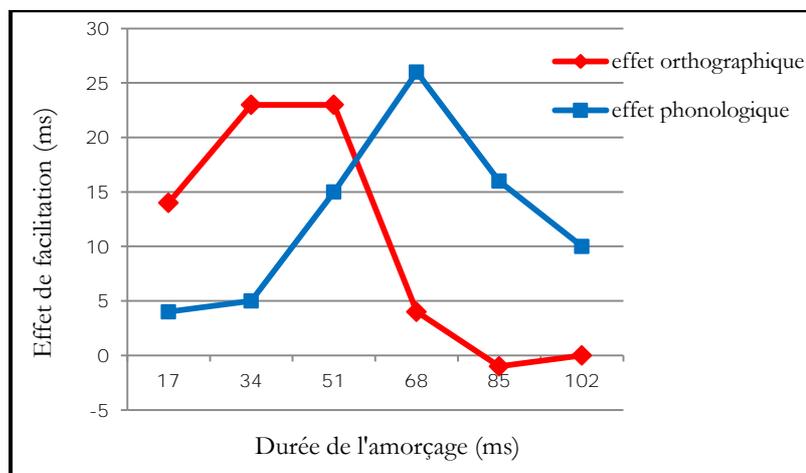


Figure 2 : Effets nets de facilitation orthographique (e.g., *lone-LONG* vs *tabe-LONG*) et phonologique (e.g., *lont-LONG* vs *lone-LONG*) en fonction de la durée de présentation de l'amorce (Ferrand & Grainger, 1993).

Ces résultats suggèrent que les deux codes sont activés très précocement. Le lexique orthographique est activé plus précocement par le code orthographique que par le code phonologique (Ferrand & Grainger, 1994 ; Pollatsek et al., 2005 ; Ziegler et al., 2000 ;

pour des études en potentiels électriques évoqués voir Grainger & Holcomb, 2009 ; Grainger, Kiyonaga, & Holcomb, 2006). La diminution de l'effet orthographique après 51 ms de présentation de l'amorce est interprétée par les auteurs comme étant le résultat d'un phénomène d'inhibition latérale lexicale orthographique (Segui & Grainger, 1990). Avec des durées d'amorçage plus longues, cette inhibition se développe et annule l'effet orthographique laissant émerger le bénéfice lié à l'activation phonologique.

Pour comprendre quelle est la contribution relative des codes orthographique et phonologique à la reconnaissance des mots, des chercheurs ont cherché à montrer les effets dus uniquement à l'activation du code orthographique et les effets uniquement dus à l'activation du code phonologique (Ferrand & Grainger, 1994 ; Grainger & Ferrand, 1996 ; Ziegler et al., 2000). Par exemple, Ferrand et Grainger (1994) ont mené une expérience en amorçage masqué dans laquelle ils ont cherché à dissocier l'amorçage phonologique de l'amorçage orthographique. Il y avait trois types d'amorce : *orthographique-phonologique* (O+P+), *phonologique* (O-P+) et *non-reliée*. L'effet d'amorçage orthographique était calculé en comparant la condition orthographique-phonologique à la condition phonologique (e.g., mert-MERE vs mair-MERE). L'effet d'amorçage « purement » phonologique était calculé en comparant la condition phonologique à la condition non-reliée (e.g., mair-MERE vs toul-MERE). Quatre durées de présentation de l'amorce avait été définies : 14 ms, 29 ms, 43 ms et 57 ms. Les résultats indiquent que l'effet phonologique augmente avec l'augmentation des durées de présentation de l'amorce alors que l'effet orthographique augmente entre 14 ms et 29 ms de présentation de l'amorce puis diminue. Les résultats sont présentés dans la Figure 3.

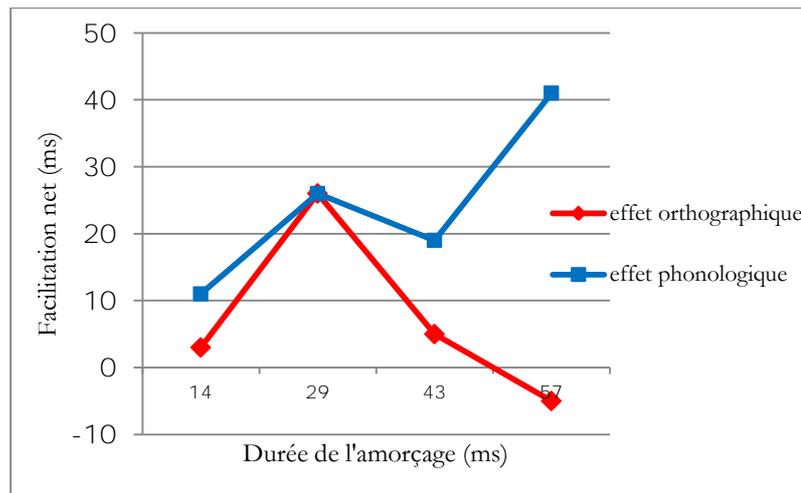


Figure 3 : Effets nets de facilitation orthographique (e.g., mert-MERE vs mair-MERE) et phonologique (e.g., mair-MERE vs toul-MERE) en fonction de la durée de présentation de l'amorce (Ferrand & Grainger, 1994).

Ces résultats sont consistants avec les données précédentes. Ils confirment que les codes orthographique et phonologique sont impliqués précocement dans la reconnaissance des mots. Un premier résultat important ici est que des effets d'amorçage « purement » phonologique, c'est-à-dire dissocié de l'activation du code orthographique, peuvent être obtenus très précocement. De plus, l'activation du code orthographique en plus de l'activation du code phonologique (mert-MERE vs mair MERE) apporte un bénéfice supplémentaire à la reconnaissance des mots lorsque le temps de présentation de l'amorce est de 29 ms. Ce résultat montre bien qu'à des durées de présentation brèves de l'amorce (i.e., 29 ms), lorsque l'amorce est orthographique-phonologique (e.g., mert-MERE), l'activation du code phonologique est masquée par le bénéfice apporté par l'activation du code orthographique. Avec des durées d'amorçage plus longues, l'inhibition latérale s'installe et annule l'effet orthographique, le bénéfice lié à l'activation du code phonologique peut alors émerger. Le second résultat important est que l'évolution au cours du temps des effets orthographique et phonologique est différente suggérant que les activations orthographique et phonologique ont un déroulement temporel propre et sont

indépendantes (pour des résultats similaires en amorçage incrémentiel voir Ziegler et al., 2000). Les résultats de Ferrand & Grainger (1993) et Ferrand et Grainger (1994, voir également Grainger et al., 2003, expérience 5) posent la question du choix de la condition contrôle lorsqu'on souhaite étudier l'implication du code phonologique au cours de la reconnaissance des mots. En comparant l'amorce phonologique à l'amorce non-reliée (e.g., mair-MERE vs toul-MERE), on mettra en évidence l'activation du code phonologique. En revanche, en comparant l'amorce orthographique-phonologique à l'amorce orthographique (e.g., lont-LONG vs lone-LONG), on mettra en évidence le bénéfice supplémentaire lié à l'activation du code phonologique par rapport au bénéfice apporté par l'activation du code orthographique. Ceci signifie que, chez le lecteur expert, étant donné que l'activation du code orthographique est la plus précoce et que les effets de l'activation du code orthographique masque les effets de l'activation du code phonologique, le bénéfice lié à l'activation du code phonologique ne peut émerger que plus tardivement lorsque l'activation du code orthographique se réduit.

Certaines recherches se sont intéressées à la nature du code phonologique impliqué dans la reconnaissance de mots. Grainger et Holcomb (2009) ont avancé l'idée qu'il y aurait deux types de représentations phonologiques sous lexicales : des représentations phonémiques spécifiques à la lecture impliquées dans la conversion graphème-phonème et des représentations sous-lexicales impliquées dans le traitement de la parole. Des chercheurs ont examiné si les représentations phonologiques activées par l'écrit étaient celles impliquées dans le traitement de la parole. Par exemple, dans une expérience en amorçage masqué inter-modal visuel-auditif, réalisée par Grainger et al. (2003), les pseudohomophones visuels (e.g., *nort*) facilitaient la reconnaissance du mot parlé (e.g., *NORD*) indiquant que les représentations phonologiques activées par l'écrit étaient celles

impliquées dans le traitement de la parole. D'autres chercheurs se sont intéressés au format des unités phonologiques du langage oral engagées dans la reconnaissance des mots écrits (Abramson & Goldinger, 1997 ; Ashby, Sanders, & Kingston, 2009 ; Ernestus & Mak, 2004 ; Lukatela, Eaton, Sabadini, & Turvey, 2004). Classiquement, on considère que le phonème est la plus petite unité impliquée dans la reconnaissance de mots écrits puisque les lettres correspondent aux phonèmes. Cependant, la parole peut être décrite de manière plus fine, en termes de traits phonétiques qui font référence à des critères articulatoires. Par exemple, chaque consonne est caractérisée par trois traits phonétiques : le lieu d'articulation, le mode articulatoire et le voisement (cet aspect sera développé dans le Chapitre 1 de la Partie expérimentale). Lukatela, Eaton, Lee, & Turvey (2001) ont montré dans une expérience d'amorçage masqué visuel associée à une tâche de décision lexicale que les mots écrits étaient reconnus plus rapidement lorsque l'amorce visuelle variait d'un trait phonétique sur le premier phonème du mot cible (e.g., ZEA-sea) que lorsque la variation était multi-trait (e.g., VEA-sea). Ce résultat suggère que la reconnaissance visuelle des mots implique de manière automatique des unités phonologiques du langage oral tels que les traits phonétiques ce qui pourrait signifier selon les auteurs que la reconnaissance des mots écrits est profondément interconnectée aux unités du langage oral chez le lecteur expert (voir Cornelissen et al., 2009 ; Wheat, Cornelissen, Frost, & Hansen, 2010 pour des études en encéphalographie).

Hormis de rares exceptions, les chercheurs qui ont modélisé les processus de la reconnaissance des mots, ont cherché à expliquer les résultats obtenus dans les études s'intéressant au code phonologique en introduisant une composante phonologique aux modèles proposés.

1.1.2. Les modèles de la lecture silencieuse experte introduisant un codage phonologique

Il existe différentes conceptions de l'implication de la phonologie dans la lecture silencieuse. Deux positions extrêmes s'opposent, une théorie n'accordant pas de rôle à la phonologie lors de la lecture silencieuse de mots (Shen & Forster, 1999 ; Taft & Van Graan, 1998) et une théorie phonologique forte dans laquelle la lecture repose exclusivement sur le code phonologique (Lukatela & Turvey, 1994 ; Van Orden, 1987, 1991). Nous ne présentons ici que les modèles de lecture silencieuse basés sur une troisième théorie, celle de la phonologie modérée c'est-à-dire incorporant les codes phonologique et orthographique.

Modèle à deux routes en cascade

Le *Modèle à Deux Routes en Cascade* (Coltheart, 1978 ; Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993 ; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001) est un modèle de lecture à voix haute mais qui peut également simuler la lecture silencieuse. La première caractéristique de ce modèle est que l'activation des modules se fait en cascade (voir Figure 4). La seconde caractéristique est que la lecture de mots peut emprunter deux routes selon que les mots sont familiers à l'écrit ou non. Les mots familiers sont reconnus par la route d'adressage ou route lexicale. La présentation du mot va générer une activation en cascade de chacun des différents niveaux de traitement : le niveau des traits visuels, le niveau des lettres, le niveau du lexique orthographique et enfin le niveau sémantique et/ou le niveau phonologique. Pour les mots non connus ou les pseudomots, la lecture va se faire par la route d'assemblage ou route non-lexicale. Dans ce cas, après le niveau de traitement des lettres, un système d'application de gauche à droite des règles de conversion graphème-phonème va convertir la suite de lettres en suite de phonèmes et permettre la

lecture. Dans ce modèle, il existe des connexions bi-directionnelles entre le système phonémique et le lexique phonologique de sortie et également entre le lexique phonologique de sortie et lexique orthographique d'entrée.

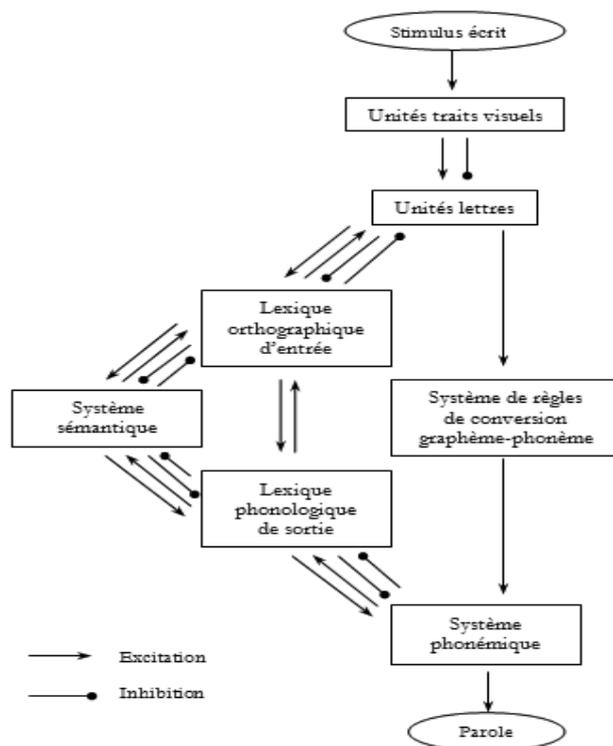


Figure 4 : Modèle à Deux Routes en Cascades (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon & Ziegler, 2001).

Ce modèle simule de nombreux effets obtenus en décision lexicale mais a des difficultés à simuler les effets en amorçage masqué phonologique. Il ne peut rendre compte des influences phonologiques rapides et automatiques sur la reconnaissance des mots car le code phonologique sous-lexical n'influence que de manière très indirecte la reconnaissance des mots écrits.

Modèle à Activation Interactive Bi-modal

Le *Modèle à Activation Interactive Bi-modal* (Grainger et al., 2003 ; Grainger & Ferrand, 1994 ; Jacobs, Rey, Ziegler, & Grainger, 1998 ; McClelland & Rumelhart, 1981)

intègre une composante orthographique et une composante phonologique. L'architecture du Modèle à Activation Interactive Bi-modal décrit un système hiérarchique qui distingue différents niveaux de traitement tels que les traits, les unités sous-lexicales et les unités lexicales pour chacune des voies orthographique et phonologique. Les connexions entre orthographe et phonologie sont établies à différents niveaux, sous-lexical et lexical, entre les deux voies (voir Figure 5).

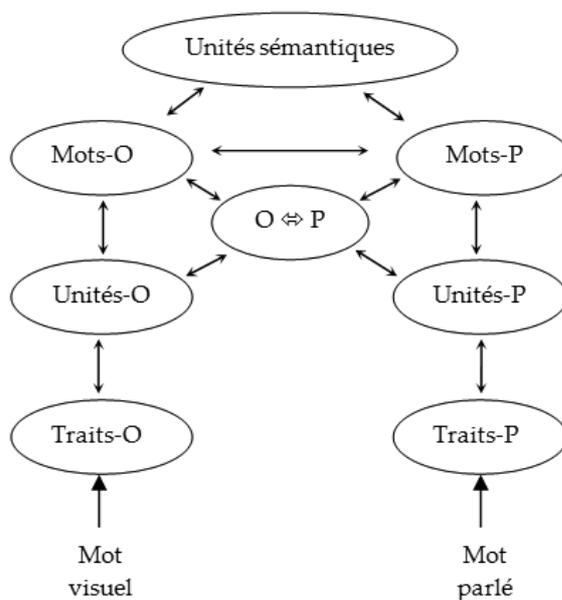


Figure 5 : Architecture du Modèle à Activation Interactive Bi-modal de reconnaissance de mots (Grainger et al., 2003 ; Grainger & Ferrand, 1994 ; Jacobs et al., 1998 ; McClelland & Rumelhart, 1981).

Dans ce modèle, la présentation visuelle d'un mot va entraîner l'activation d'un ensemble de traits visuels qui va, à son tour, contacter le code orthographique sous-lexical (unités-O) puis lexical (mots-O). Le code orthographique envoie de l'activation à l'interface entre l'orthographe et la phonologie (O ↔ P), permettant d'activer les représentations phonologiques correspondantes. Les représentations phonologiques sous-lexicales rapidement activées peuvent influencer la reconnaissance des mots via les représentations orthographiques lexicales (mots-O) ou les représentations phonologiques

lexicales (mots-P). Ces dernières peuvent également envoyer de l'activation aux représentations orthographiques lexicales ou recevoir de l'activation de la part des représentations orthographiques lexicales. L'architecture du Modèle à Activation Interactive Bi-modal maintient une distinction entre les représentations phonémiques impliquées dans la translation graphème-phonème ($O \Leftrightarrow P$) et les représentations sous-lexicales phonologiques impliquées dans la reconnaissance des mots parlés (unités-P ; Grainger & Holcomb, 2009). Ce modèle rend bien compte des effets d'amorçage masqué orthographique mais aussi phonologique et de leur décours temporel respectif.

Le Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger et al., 2003 ; Grainger & Ferrand, 1994 ; Jacobs et al., 1998 ; McClelland & Rumelhart, 1981) est le seul modèle qui intègre le traitement de la parole et explique les influences orthographiques dans la perception de la parole. C'est un modèle qui explique également les effets en amorçage inter-modal dans le sens visuel - auditif ou dans le sens auditif - visuel. Les études en amorçage inter-modal mesurant les potentiels électriques évoqués ont montré une forte asymétrie dans la taille des effets inter-modaux en fonction du sens de l'amorçage inter-modal (Anderson & Holcomb, 1995 ; Holcomb, Anderson, & Grainger, 2005). Les effets étaient plus forts dans le sens visuel-auditif que dans le sens auditif-visuel. Selon les auteurs, cette asymétrie dans la taille des effets reflète une asymétrie dans la force des connexions dans le sens orthographe-phonologie, d'une part et phonologie-orthographe, d'autre part. Le processus d'apprentissage de la lecture requière une association explicite entre les lettres et les phonèmes et génère de fortes connexions dans le sens orthographe-phonologie. Les connexions dans le sens phonologie-orthographe sont construites dans le but de produire du langage écrit et ne doivent pas directement influencer la reconnaissance des mots (Grainger & Holcomb, 2009). Holcomb et Anderson (1993) suggèrent que

lorsque les deux modalités sont en compétition, la modalité visuelle tend à dominer (e.g., Colavita, 1974 ; Posner, Nissen, & Klein, 1976 ; Sinnett, Spence, & Soto-Faraco, 2007).

Par la suite, les processus de la voie orthographique ont été détaillés (Grainger & Holcomb, 2009). La Figure 6 nous indique que lorsque le mot est présenté, les lettres du mot sont traitées en parallèle par les détecteurs de lettres de la matrice alphabétique (1). Deux processus vont alors se développer. Un processus purement orthographique nommé « coarse-grained » et un processus orthographique faisant intervenir le code phonologique nommé « fine-grained ». Le processus « coarse-grained » va consister en une activation des bigrammes ouverts (2), l'ensemble de ces bigrammes ouverts constituant la carte des positions relatives des lettres. L'activation va ensuite se propager au lexique orthographique (5). La représentation orthographique ayant reçu le plus d'activation sera sélectionnée. De manière concomitante, le processus « fine-grained » va se mettre en place. Les représentations graphémiques activées (3) vont activer, de manière ordonnée, les phonèmes correspondant par un système de recodage phonologique rapide et automatique (4) qui pourrait se faire en partie de manière séquentielle pour les mots polysyllabiques (Carreiras, Ferrand, Grainger, & Perea, 2005). L'activation va ensuite se propager jusqu'au lexique phonologique (6) qui va interagir avec le lexique orthographique.

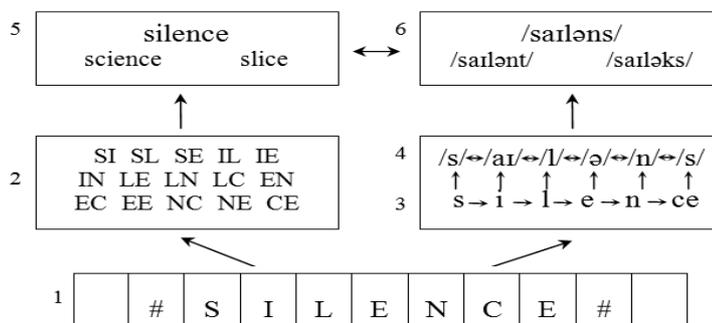


Figure 6 : Détail des processus des voies orthographique et phonologique du Modèle à Activation Interactive Bi-modal de reconnaissance de mots (Grainger & Holcomb, 2009).

Modèle Multi-Route de la Compréhension en lecture silencieuse

Très récemment, Grainger et Ziegler (2011) ont proposé une nouvelle version du modèle dit *Modèle Multi-Route de la Compréhension en lecture silencieuse*, dans lequel le processus orthographique « fine-grained » est enrichi d'une connexion directe avec le lexique orthographique. De plus, ce modèle incorpore un niveau sémantique (voir Figure 7).

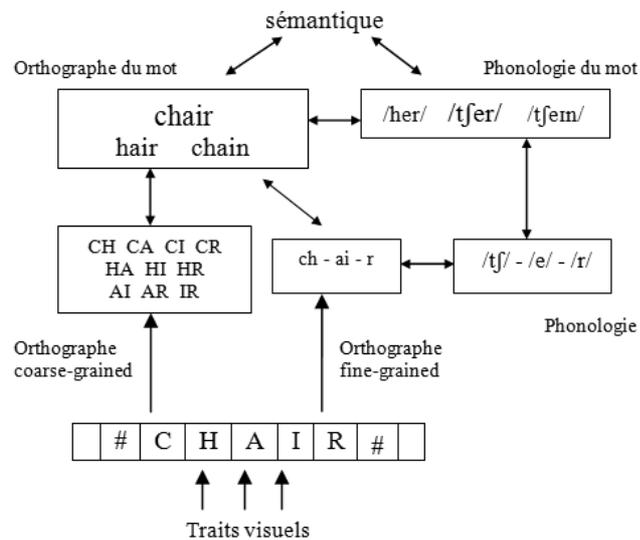


Figure 7 : *Modèle Multi-Route de la Compréhension des mots en lecture silencieuse de mots (Grainger & Ziegler, 2011).*

Ce modèle explique bien le décalage temporel des codes orthographiques et phonologiques. Le processus « coarse-grained » nécessite moins d'étapes que le processus « fine-grained » pour activer la représentation lexicale. Ceci explique la précocité des effets orthographiques par rapport aux effets phonologiques (Ferrand & Grainger, 1993). Les deux processus orthographiques, « coarse-grained » et « fine-grained », vont conjointement activer de manière rapide et automatique la sémantique.

La mise en place un tel système permettant d'accéder au sens des mots de manière rapide et automatique, demande un long apprentissage. Le chapitre suivant aborde la

question de la construction et du fonctionnement du système de reconnaissance des mots au cours de l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants.

CHAPITRE 2

L'APPRENTISSAGE DE LA LECTURE CHEZ L'ENFANT

La lecture combine simultanément la reconnaissance des mots et la compréhension du texte (Gough & Tunmer, 1986 ; Perfetti, 1985). Afin que toutes les ressources cognitives soient allouées à la compréhension, la reconnaissance des mots doit être correct, rapide et automatique (Perfetti, 2007). Pour construire un système de reconnaissance de mot ayant ce niveau d'automatisme plusieurs années d'enseignement de la lecture sont nécessaires. Dans un premier temps, l'enfant va devoir découvrir le principe alphabétique (Treiman & Rodriguez, 1999 ; Treiman & Tincoff, 1997), c'est à dire comprendre que les lettres correspondent à des phonèmes et que lorsqu'on combine ces phonèmes on obtient le mot parlé. La réalisation par l'enfant du recodage phonologique par conversion graphème-phonème va lui permettre de lire les mots (Liliane Sprenger-Charolles & Casalis, 1995). Chaque recodage phonologique correctement réalisé va donner l'occasion d'installer la représentation orthographique du mot et de construire le lexique orthographique (Share,

1995 ; 1999) ainsi que les connexions entre les représentations orthographiques et phonologiques (Perfetti, 1992). Au terme de cet apprentissage, le système de traitement des mots écrits devient rapide, précis et automatique. Il est incontestable que la phonologie joue un rôle important dans l'acquisition des représentations orthographiques lexicales. Cependant, l'implication et la contribution du code phonologique à la reconnaissance des mots écrits familiers (ce qui signifie que les représentations orthographiques lexicales sont déjà installées) sont encore peu connues chez les jeunes lecteurs.

1.2.1. Le recodage phonologique explicite

La première étape de l'apprentissage de la lecture consiste pour le lecteur débutant à réaliser un lent et fastidieux recodage phonologique des mots nouveaux. Il doit mettre en correspondance, de manière séquentielle, les lettres ou groupes de lettres du mot avec les unités phonologiques du langage oral correspondantes afin d'accéder à la représentation phonologique lexicale. La difficulté pour le jeune lecteur est d'une part, reconnaître les lettres et d'autre part, développer une conscience phonologique afin de réaliser les conversions écrit-son. Certaines études ont examiné spécifiquement quel était le format des représentations phonologiques déterminant pour l'acquisition de la lecture et ont conclu que seule la conscience des phonèmes était un bon prédicteur de l'acquisition des compétences en lecture (Høien, Lundberg, Stanovich, & Bjaalid, 1995 ; Hulme et al., 2002 ; Muter, Hulme, Snowling, & Stevenson, 2004). Ceci suggère que c'est la conscience phonémique qui est l'élément critique pour la compréhension du principe alphabétique et la réalisation du recodage phonologique (i.e., la conversion graphème-phonème). Les études qui ont testé les habiletés métaphonémiques (Castles, Holmes, Neath, & Kinoshita, 2003 ; Ehri & Soffer, 1999 ; Ehri & Wilce, 1980 ; Johnston, Anderson, & Holligan, 1996 ; Mann & Wimmer, 2002 ; Wimmer, Landerl, Linortner, & Hummer, 1991) ont conclu qu'il

existe un lien fort entre analyse consciente du langage oral au niveau phonémique, recodage phonologique et apprentissage de la lecture (pour une revue voir Castles & Coltheart, 2004). Le rôle de la phonologie du langage oral dans l'apprentissage de la lecture ne s'arrête pas au recodage phonologique, la phonologie va également avoir un rôle crucial dans la construction du lexique orthographique.

1.2.2. Rôle de la phonologie dans la construction du lexique orthographique

Les connaissances lexicales orthographiques s'acquièrent de manière explicite mais également de manière implicite (e.g., Gombert & Peereman, 2001 ; Pacton, Fayol, & Perruchet, 2002). En effet, au cours de ses lectures, le jeune lecteur va rencontrer incidemment des mots nouveaux et va installer de manière inconsciente les représentations orthographiques de ces mots dans le lexique par ce que Share (1995, 1999) appelle un mécanisme de *self-teaching*.

L'hypothèse du self-teaching

Selon l'hypothèse de Share, (1995), un mécanisme de self-teaching permettrait l'apprentissage de l'orthographe spécifique des mots nouveaux. En effet, Share suppose que chaque recodage phonologique correct conduirait la production de la forme phonologique du mot et conjointement à la mémorisation de sa forme orthographique. Share, (1999) teste son hypothèse dans une première expérience dans laquelle il est demandé à des enfants de 2^e année de lire à haute voix des textes en hébreu contenant des pseudomots qui apparaissent 4 ou 6 fois. Il évalue, trois jours plus tard, les connaissances orthographiques de ces pseudomots dans trois tâches : une tâche de sélection du pseudomot présenté parmi quatre items dont un homophone, une tâche de lecture et une tâche

d'écriture. Les résultats mettent en évidence un apprentissage de l'orthographe des pseudomots. L'importance de la qualité du recodage phonologique est montrée dans une seconde expérience dans laquelle les résultats obtenus par un groupe d'enfants pour lequel le recodage phonologique était gêné par la réalisation simultanée d'une seconde tâche (répétition de « dubba »), étaient moins bons. Dans une dernière expérience, Share teste dans quelle mesure une simple exposition visuelle à un item constitué de symboles, sans possibilité de recodage phonologique, permet la mémorisation de cet item. Les résultats montrent un faible apprentissage orthographique des items. Share conclut donc que le recodage phonologique a un rôle fondamental dans la mise en place des connaissances orthographiques. D'autres études en Néerlandais (e.g., De Jong, Bitter, Van Setten, & Marinus, 2009) et en anglais (e.g., Bowey & Muller, 2005 ; Kyte & Johnson, 2006 ; Nation, Angell, & Castles, 2007) ont confirmé ces résultats. Cependant quelques nuances sont à apporter quant à l'installation des représentations orthographiques lexicales. Il semble que le nombre d'expositions nécessaires pour installer les représentations orthographiques soit moins élevé lorsque l'orthographe de la langue est transparente (Bower & Muller, 2005 ; Nation et al., 2007). En outre, l'installation des représentations orthographiques par le self-teaching serait plus tardif pour les langues ayant des orthographes transparentes (CE1 ; Share, 2004 ; 2008 ; Share & Shalev, 2004) par rapport aux langues ayant une orthographe plus opaque (dès le CP, Cunningham, 2006 ; Ehri & Wilce, 1980 ; Reitsma, 1983) du fait d'une utilisation plus longue du recodage phonologique. Wang, Castles, Nickels, et Nation (2011) ont examiné l'effet du contexte sur l'apprentissage de l'orthographe chez des enfants de CE1. Les auteurs ont montré un effet significatif du contexte uniquement pour les pseudomots irréguliers dont l'orthographe est mieux apprise lorsque ces mots sont présentés dans un texte. Ceci suggère que la sémantique aide l'installation des représentations orthographiques. Il

semble que le recodage phonologique ne soit pas l'unique processus impliqué dans le self-teaching et que d'autres facteurs peuvent rentrer en compte.

Développement des représentations orthographiques lexicales et des connexions ortho-phonologiques spécifiques au mot

Perfetti (1992) soutient que l'apprentissage de la lecture réside essentiellement dans le développement de représentations orthographiques individuelles de mots. L'auteur propose que les représentations lexicales orthographiques s'élaborent de manière progressive. Il y aurait deux lexiques. Un lexique *fonctionnel* qui contient des représentations lexicales peu spécifiées et bien spécifiées mais qui ne sont pas encore autonomes (l'identification du mot se fait mais demande un effort) et un lexique *autonome* pour lequel l'accès à la représentation orthographique est automatique (sans effort). Les représentations lexicales qui seraient pleinement spécifiées et redondantes passeraient, une à une ou par famille de mots, du lexique *fonctionnel* au lexique *autonome*. Les facteurs permettant l'acquisition du lexique *fonctionnel* seraient l'augmentation du nombre de mots représentés et l'amélioration de la qualité des représentations. La qualité des représentations lexicales revêt elle-même deux aspects : la précision et la redondance. Selon l'auteur, le principe de la précision correspond à la probabilité que les lettres spécifiques d'un mot soient représentées dans la représentation lexicale. Une représentation spécifiant complètement le mot est supérieure à une représentation ne comportant qu'une spécification partielle. La formation d'une représentation lexicale orthographique spécifiée passe par différents niveaux de représentation (voir Figure 8).

NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3
t*g*	t*ng**	tongue

Figure 8 : Évolution de la précision de la représentation lexicale orthographique du mot « tongue » selon trois niveaux hypothétiques de la lecture de ce mot (Perfetti, 1992).

Les niveaux 1 et 2 correspondent à des représentations orthographiques partiellement spécifiées (au niveau 1, l'identité des lettres et le nombre de lettres entre le T et le G et après le G sont peu précis et variables ; au niveau 2, l'identité des lettres en position 2, 5 et 6 est peu précise et variable). Au niveau 3, la représentation orthographique est spécifiée, chaque lettre est précise et stable.

Le principe de redondance correspond à la formation de connexions orthophonologiques spécifiques au mot. Ces connexions peuvent se développer à différents niveaux : phonème, syllabe, attaque, morphème et mot. Plus une représentation orthographique a de connexions redondantes plus le processus de reconnaissance du mot sera favorisé et rapide. Trois niveaux hypothétiques peuvent décrire l'évolution de la redondance (voir Figure 9 ; les niveaux représentés ne correspondent pas forcément aux niveaux représentés à la Figure 8).

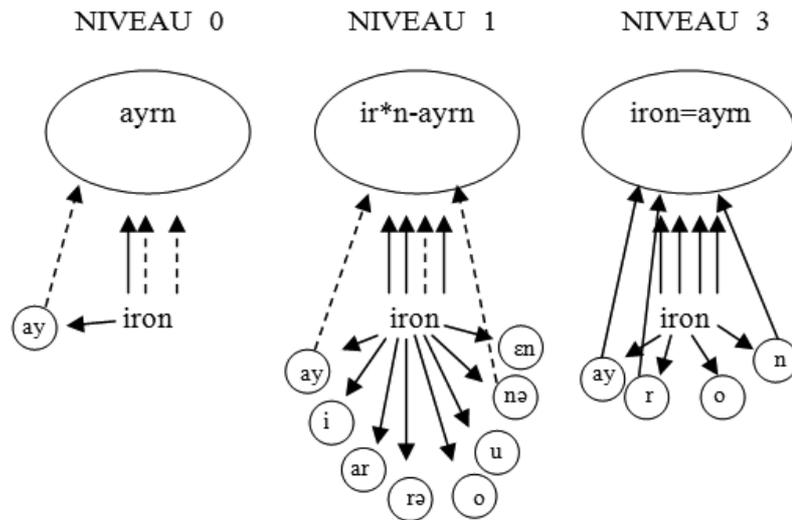


Figure 9 : Développement de la redondance à travers trois niveaux hypothétiques d'acquisition de la lecture du mot « iron » (Perfetti, 1992)

Au niveau 0, le mot est uniquement représenté phonologiquement. Au niveau 1, un grand nombre de phonèmes est activé par l'écrit et la représentation phonologique du mot est associée à une représentation lexicale orthographique peu précise et variable. Au niveau 3, seuls les phonèmes pertinents sont activés et la représentation phonologique lexicale est précisément associée à la représentation orthographique du mot. A ce niveau, les connexions entre les représentations orthographiques et phonologiques ont une redondance maximale.

Chez les jeunes lecteurs, le développement de la précision et de la redondance dépend des connaissances phonémiques (i.e., conscience phonémique) et du développement des connexions automatiques entre lettres et phonèmes (Perfetti, 1992 ; Perfetti & Bell, 1991 ; Perfetti, Bell, & Delaney, 1988). Lorsque les représentations orthographiques lexicales sont bien spécifiées, la lecture des mots devenus familiers, va se faire par une activation rapide et automatique des représentations orthographiques lexicales. Cependant, du fait de la redondance, cet accès au lexique orthographique n'exclut en rien l'activation phonologique.

1.2.3. Le code phonologique est-il impliqué lors de la reconnaissance de mots écrits familiers chez les jeunes lecteurs?

1.2.3.1. Preuves d'une lecture lexicale des mots familiers

De nombreuses études ont examiné le développement de la lecture lexicale chez les jeunes lecteurs afin de déterminer à partir de quel moment cette lecture était fonctionnelle. A cette fin, différents effets ont été étudiés. Par exemple, la réduction de l'*effet de longueur* du mot entre le CP et le CE2 (Zoccolotti, De Luca, Di Filippo, Judica, & Martelli, 2009) suggère que la lecture se fait par un traitement en parallèle des lettres (Acha & Perea, 2008 ; Burani, Marcolini, & Stella, 2002 ; Martens & de Jong, 2006 ; Ziegler et al., 2003 ; Zoccolotti et al., 2005). Un *effet de la position des yeux* (Aghababian & Nazir, 2000 ; Ducrot, Lété, Sprenger-Charolles, Pynte, & Billard, 2003), une augmentation de *la taille des saccades oculaires* et une diminution des *durées de fixation* entre le CP et le CE1 (McConkie, al., 1991) suggèrent que la lecture devient lexicale. Enfin, l'apparition d'un *effet de lexicalité* à la fin du CP (Zoccolotti et al., 2009) indique que les représentations orthographiques lexicales s'installent (Delahaie, Sprenger-Charolles, Serniclaes, & others, 2007). Tous ces résultats indiquent que la lecture devient rapidement lexicale au cours de l'apprentissage de la lecture.

Une autre façon d'étudier l'accès au lexique orthographique est d'examiner l'*effet de fréquence* du mot. Chez les enfants, l'effet de fréquence est considéré comme un marqueur de la lecture lexicale (Burani et al., 2002; Booth, Perfetti, & MacWhinney, 1999 ; Dufau et al., 2010 ; Lété, Peereman, & Fayol, 2008 ; Sprenger-Charolles, Siegel, Béchenec, & Serniclaes, 2003). L'effet de fréquence montre des performances de lecture supérieures (i.e., latences plus courtes et moins d'erreurs) pour les mots de haute fréquence comparés

aux mots de basse fréquence. Ces performances dépendent de l'accès au lexique c'est-à-dire des connexions et/ou de la sélection de la représentation orthographique lexicale (Forster, 1976 ; McClelland & Rumelhart, 1981 ; Paap, Newsome, McDonald, & Schvaneveldt, 1982). Des effets de fréquence ont été trouvés dès le CP indiquant que la lecture lexicale était fonctionnelle précocement (Zoccolotti et al., 2009 ; voir aussi Burani et al., 2002 ; Dufau et al., 2010 ; Lété et al., 2008). Ceci est confirmé par l'étude en italien de Zoccolotti (2009) qui montre que les mots de basse fréquence sont lus plus rapidement que les pseudomots au CE2 attestant que la lecture lexicale est fonctionnelle pour ces mots même pour les langues ayant une orthographe transparente telle que l'italien et pour lesquelles la procédure orthographique automatique se mettrait en place plus tardivement que pour les langues ayant une orthographe opaque (Cunningham, 2006 ; Ehri & Wilce, 1980 ; Reitsma, 1983 ; Share, 2004, 2008 ; Share & Shaley, 2004).

Tous ces résultats suggèrent un développement précoce de la lecture lexicale. Cependant, la plupart de ces études ont examiné la question du développement de la lecture lexicale par contraste avec le recodage phonologique. D'autres études ont cherché à expliquer le développement de la lecture lexicale lorsque celle-ci est déjà fonctionnelle. Certains chercheurs ont examiné plus directement et plus précisément le développement du processus orthographique dans des expériences en amorçage masqué (Forster & Davis, 1984) en examinant l'effet lettre-substituée et lettres-transposées (Acha & Perea, 2008 ; Castles, Davis, Cavalot, & Forster, 2007 ; Castles, Davis, & Letcher, 1999 ; Lété & Fayol, 2013 ; Ziegler, Bertrand, Lété, & Grainger, 2013). Dans l'effet lettre-substituée, la reconnaissance du mot est facilitée par la présentation d'une amorce masquée pseudomot variant d'une lettre par rapport au mot cible (e.g., garlen-GARDEN). Cet effet fournit une indication sur le niveau de précision des représentations orthographiques. L'effet lettre-

substituée apparaît quand les représentations orthographiques ne sont pas encore bien spécifiées comme en CE1 et disparaît lorsqu'elles sont bien spécifiées c'est-à-dire chez les CM2 (voir la *Lexical tuning hypothesis*, Castles et al., 1999 ; Castles et al., 2007). Dans l'effet lettres-transposées, la reconnaissance du mot est facilitée par la présentation d'une amorce masquée pseudomot créée en transposant deux lettres du mot cible (e.g., gadren-GARDEN). Cet effet donne des informations sur le traitement de la position des lettres. Il serait dû soit à un manque de précision dans le codage des lettres chez les jeunes lecteurs selon Castles et al. (2007; voir aussi Kohnen & Castles, 2013), soit à un codage « coarse-grained » selon Grainger et collaborateurs (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011). L'effet lettres-transposées est donc un marqueur de la lecture lexicale chez les enfants. Il a été trouvé dès le CE2 en anglais (Castles et al., 2007) et en espagnol (Acha & Perea, 2008) alors que dans une langue ayant une orthographe transparente l'utilisation du recodage phonologique est supposée durer plus longtemps. Cet effet a également été trouvé en français, en augmentation constante du CP au CM2 (Ziegler et al., 2013 ; mais voir aussi Lété & Fayol, 2013). Ces deux effets suggèrent d'une part, un traitement en parallèle des lettres et un accès automatique au lexique orthographique dès le CE1 et d'autre part que le processus orthographique évolue avec le développement de la lecture.

Tous ces résultats suggèrent que le processus orthographique est déjà installé et fonctionnel au CE1 et avec l'augmentation de l'expérience en lecture, ce processus deviendrait efficace, précis et prépondérant (e.g., Davis, Castles, & Iakovidis, 1998). On peut alors se demander si la phonologie joue encore un rôle dans la reconnaissance des mots familiers chez les jeunes lecteurs. A ce jour, nous avons peu d'informations sur cette question.

1.2.3.2. Implication de la phonologie lors de la reconnaissance de mots familiers

De nombreuses études ont montré que la reconnaissance des mots familiers se faisait par un accès au lexique orthographique. En revanche, peu d'études ont fourni des informations sur l'implication du code phonologique et les résultats obtenus ne s'accordent pas : certains semblent indiquer que le rôle de la phonologie tend à se réduire avec l'acquisition de la lecture lexicale alors que d'autres suggèrent que la phonologie reste impliquée dans la reconnaissance des mots familiers chez les jeunes enfants.

Classiquement, une façon d'examiner l'implication de la phonologie dans le traitement de l'écrit est d'étudier l'effet de pseudohomophonie. Des effets de pseudohomophonie ont été trouvés dans des tâches de décision lexicale dès le CP (e.g., Bosman & De Groot, 1996 ; Goswami, Ziegler, Dalton, & Schneider, 2001 ; Johnston & Thompson, 1989). Dans l'étude de Grainger et al. (2012), la taille de l'effet de pseudohomophonie trouvé au CP diminue rapidement lorsque l'expérience en lecture augmente. Selon les auteurs, ceci signifie que l'influence de la phonologie diminue car la procédure du recodage phonologique est abandonnée au profit d'une lecture lexicale (Sprenger-Charolles et al., 2003).

Les études en amorçage phonologique masqué sont peu nombreuses chez les jeunes lecteurs et ont conduit à des propositions différentes. Davis et al., (1998) ont réalisé une première expérience chez des CM1 dans laquelle les amorces pseudohomophones (e.g., rait-RATE) étaient présentées 57 ms et les cibles 710 ms. Comparées aux latences en condition orthographique contrôle (e.g., raut-RATE), les latences en condition pseudohomophone ne montraient pas d'effet facilitateur. Une explication émise par les auteurs était qu'une inhibition orthographique produite par les lettres différentes aux lettres

de la cible pouvait être responsable de cet échec (Peressotti & Grainger, 1999). Dans une seconde expérience, le partage orthographique entre l'amorce phonologique et la cible a été manipulé. Les amorces différaient soit d'une lettre avec les mots cible de 4-5 lettres (e.g., wosh-WASH), soit de deux lettres ou plus (e.g., klew-CLUE). Les auteurs s'attendaient à trouver un effet facilitateur de l'amorçage phonologique dans la condition avec un large recouvrement orthographique or aucun effet d'amorçage phonologique n'a été trouvé quelle que soit le partage orthographique. L'interprétation avancée par Davis et al., (1998) est qu'à 9 ans, le processus de reconnaissance de mots utilisé par les enfants est la lecture lexicale. Booth et al., (1999) ont étudié cette question en utilisant un paradigme d'amorçage avec masque rétroactif (Perfetti et al., 1988). La tâche était d'écrire le mot cible. Dans leur étude, les amorces pseudomots étaient présentées brièvement (30 ms ou 60 ms) et étaient immédiatement suivies par une brève présentation de la cible (30 ms ou 60 ms) puis d'un masque non-linguistique. L'analyse des erreurs indiquaient que les enfants bénéficiaient de l'amorçage orthographique (e.g., TAMS-tomb) et phonologique (e.g., TUME-tomb). Les enfants de CM2 et de CE2 bénéficiaient de l'amorçage phonologique pour la durée de présentation de l'amorce la plus longue (60 ms) alors que seuls les enfants plus âgés bénéficiaient de l'amorçage phonologique pour la durée de présentation de l'amorce la plus brève (30 ms). De plus, les enfants les plus âgés bénéficiaient plus de l'amorçage orthographique que les enfants les plus jeunes pour les deux durées de présentation de l'amorce (60 et 30 ms). Les auteurs concluaient que les codes orthographique et phonologique étaient activés de manière rapide et automatique lors du traitement de la cible et suggéraient que le processus d'activation phonologique se développait de manière concomitante au développement du processus d'activation orthographique, les deux processus devenant plus rapides et plus précis chez les lecteurs plus avancés dans l'apprentissage de la lecture (Perfetti, 1985). Une étude récente de

Ziegler et al., (2013) a suivi le développement des processus orthographique et phonologique de la fin du CP au CM2 dans une tâche de décision lexicale en amorçage sandwich (Lupker & Davis, 2009). L'amorçage sandwich consiste à présenter la cible (27 ms) puis l'amorce (70 ms) et à nouveau la cible jusqu'à la réponse des participants. Le développement du processus orthographique était examiné avec un amorçage lettres-transposées (e.g., course-cousre-COURSE) et le développement du processus phonologique était étudié grâce à un amorçage pseudohomophonique (e.g., neige-naije-NEIGE). Les résultats indiquaient un effet de lettres transposées croissant de la fin du CP au CM2 et un effet d'amorçage phonologique stable à travers les différents niveaux scolaires. Les auteurs concluent que le processus phonologique rapide et automatique se développe précocement (fin CP) indépendamment du développement du processus orthographique et que la contribution de la phonologie reste stable tout au long de l'apprentissage de la lecture. En revanche, le développement du processus orthographique s'étend du CP au CM2. Ceci suggère que le développement des deux processus est indépendant.

Les résultats des études de Booth et al., (1999) et Ziegler et al., (2013) suggèrent que la phonologie est activée automatiquement au cours de la reconnaissance des mots familiers. Cette activation se ferait précocement au cours de l'apprentissage de la lecture et continuerait d'exercer une influence chez les lecteurs plus avancés. Ces résultats remettent en cause l'idée selon laquelle, chez ces lecteurs avancés, la lecture serait moins reliée au code phonologique (Backman, Bruck, Hébert, & Seidenberg, 1984 ; Davis et al., 1998 ; Schmalz, Marinus, & Castles, 2013 ; Seidenberg, Waters, Barnes, & Tanenhaus, 1984 ; Sprenger-Charolles & Casalis, 1995 ; Waters, Seidenberg, & Bruck, 1984). Cependant, ces deux études, ne nous permettent pas de conclure si le développement de l'activation rapide

et automatique de la phonologie est concomitant au développement de l'activation rapide et automatique de l'orthographe (Booth et al., 1999) ou si ce développement de l'activation rapide et automatique de la phonologie est indépendant et s'achève avant le développement de l'activation rapide et automatique de l'orthographe (Ziegler et al., 2013).

Des auteurs ont tenté de modéliser l'apprentissage de la lecture. Les modèles les plus anciens expliquent l'apprentissage de la lecture par une série d'étapes successives. En revanche, des chercheurs ont proposé, très récemment, un modèle développemental largement inspiré du Modèle Multi-Route de la Compréhension des mots en lecture silencieuse chez le lecteur expert (Grainger & Ziegler, 2011).

1.2.4. Modèles développementaux de la lecture silencieuse

Les modèles anciens

Les modèles développementaux étaient jusque qu'à présent des *Modèles à Etapes* (Ehri, 1997 ; Frith, 1985 ; Gentry, 1982). Dans ces modèles, l'acquisition de l'orthographe se fait par une suite d'étapes strictes et identiques pour tous les enfants : le stade logographique est caractérisé par l'utilisation des indices visuels saillants et ne tient pas compte de l'ordre des lettres ni des phonèmes, le stade alphabétique correspond à la mise en place et au développement des correspondances entre les graphèmes et les phonèmes et enfin le stade orthographique qui permet un traitement automatique des mots. Les limites principales de ces modèles sont qu'ils sont principalement descriptifs et n'apportent pas d'information sur la dynamique du développement. Ils proposent une succession d'étapes qui suppose que l'enfant doit maîtriser une étape pour passer à l'étape suivante sans chevauchement

possible (Sprenger-Charolles, 1992 ; Stuart & Coltheart, 1988). Les critiques formulées à l'encontre des modèles à étapes sont à l'origine de l'élaboration des modèles interactifs qui décrivent le développement du système de reconnaissance des mots en tenant compte les effets de l'apprentissage explicite et implicite de la lecture.

Un autre type de modèle développemental a envisagé un développement plus parallèle des différents modules. Le Modèle à Fondation Duale de Seymour (1997) propose que les représentations orthographiques dépendent du développement des connaissances alphabétiques et des connaissances logographiques. Le module logographique permettrait d'installer des représentations orthographiques lexicales sans l'intervention de la phonologie alors que le module alphabétique permettrait la mise en place de représentations lexicales par conversions graphème-phonème. Ces deux processus serviraient de fondement aux structures centrales orthographique et morphographique. La structure centrale orthographique se développerait par stades allant du traitement de petites unités (lettres) vers des unités plus larges (syllabes) et plus complexes, et déboucherait sur l'élaboration d'une structure complémentaire morphographique. La critique avancée pour ce modèle est que les résultats empiriques suggèrent que la lecture logographique n'a pas d'influence sur l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales (Sprenger-Charolles & Colé, 2003). De plus, ce modèle ne propose pas d'explication concernant le passage du traitement séquentiel alphabétique à la mise en place de la forme orthographique.

Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse

Le très récent *Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse* (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) inspiré du Modèle Multi-Route de la Compréhension des mots en lecture silencieuse experte (Grainger & Ziegler, 2011) offre

un cadre intéressant pour l'explication de nos données et sera particulièrement développé. Ce modèle propose une explication concernant la mise en place, au cours de l'acquisition de la lecture, des différents processus mis en œuvre lors de la lecture de mots (voir Figure 10). La première tâche pour un lecteur débutant est de recoder phonologiquement le mot écrit en associant les lettres aux phonèmes correspondant (1). Ceci permet d'accéder à la représentation phonologique lexicale du mot et de lire ce mot. Ce recodage phonologique nécessite la connaissance des règles de conversion graphème-phonème et la connaissance du mot à l'oral. La procédure de traitement des lettres est sérielle. Le processus de lecture est lent, laborieux et conscient.

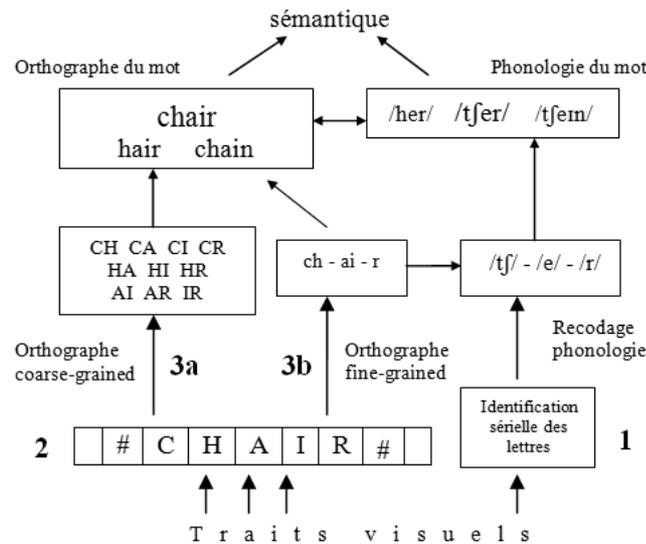


Figure 10 : Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012, Grainger & Ziegler, 2011).

Inspiré de l'hypothèse du *self-teaching* (Share, 1995), les auteurs proposent que chaque recodage phonologique correct fournisse au lecteur débutant l'occasion de mettre en place les représentations orthographiques lexicales. Le développement du traitement en parallèle des lettres implique la mise en place d'un système de codage spécifique de la position des lettres : une rangée de détecteurs de lettres constitue la matrice alphabétique (2). Le

processus « coarse-grained » (3a) fournit un accès purement orthographique à la sémantique et implique un codage intermédiaire de la position relative des lettres par des bigrammes ouverts (Dandurand, Grainger, Dunabeitia, & Granier, 2011 ; Grainger & Ziegler, 2011). Un autre processus orthographique « fine-grained » (3b) de recodage phonologique est supposé impliquer initialement une stratégie de lecture sérielle lettre par lettre puis le développement de l'identification en parallèle des lettres provoquerait un encodage plus parallèle. Les auteurs reprennent la proposition de Hutzler, Ziegler, Perry, Wimmer, et Zorzi (2004) qui dit que les associations établies entre les représentations sous-lexicales orthographiques et phonologiques (graphèmes et phonèmes) sont initialement acquises par apprentissage externe via un enseignant et conduit de manière interne à la mise en correspondance en parallèle du code orthographique avec le code phonologique. Les auteurs précisent que la mise en correspondance graphème-phonème de manière parallèle est une question qui doit encore être débattue.

Questions de recherche

Le rôle de la phonologie dans la reconnaissance des mots chez les jeunes lecteurs est encore méconnu. Ce travail de thèse cherche à comprendre l'implication du code phonologique dans la reconnaissance des mots au cours du développement de la lecture lexicale chez les jeunes lecteurs. Pour cela, nous nous sommes largement inspirés des recherches menées chez le lecteur expert aussi bien dans le questionnement que dans la méthodologie. Plusieurs questions de recherche ont guidé ce travail (voir Tableau 1). Premièrement, nous avons voulu examiner si la phonologie était impliquée dans le traitement de l'écrit. Nous avons cherché à savoir si les représentations phonologiques engagées dans la reconnaissance des mots écrits sont spécifiques à la lecture (Grainger & Holcomb, 2009) ou si ce sont celles impliquées dans le traitement de la parole (Lukatela et al., 2001). Nous avons également souhaité déterminer quel était le format de l'unité phonologique impliquée dans le traitement de l'écrit (phonème vs trait phonétique). Ces deux questions ont été traitées dans le Chapitre 1 de la Partie expérimentale. Deuxièmement, nous avons souhaité aborder la question de la contribution du code phonologique à la reconnaissance des mots en fonction de l'expérience en lecture. L'expérience en lecture a été étudiée au niveau du développement général du système de reconnaissance des mots (le facteur manipulé est le niveau scolaire) et au niveau du développement spécifique au mot du système de reconnaissance du mot (le facteur manipulé est la fréquence). Cette question a été traitée dans le Chapitre 2 de la Partie expérimentale. Troisièmement, nous avons cherché à savoir si l'activation des représentations phonologiques peut se faire de manière rapide et automatique au cours de la reconnaissance de mot chez le jeune lecteur (Booth et al., 1999 ; Ziegler et al., 2013).

Pour obtenir une activation « purement » phonologique, nous avons dissocié l'activation du code phonologique de l'activation du code orthographique. Enfin, nous avons examiné si l'activation rapide et automatique du code phonologique apporte un bénéfice supplémentaire au bénéfice apporté par l'activation du code orthographique (Ferrand & Grainger, 1994). Ces questions ont été traitées dans le Chapitre 3 de la Partie expérimentale.

Nos différentes questions ont un caractère développemental. Pour chaque étude, nous avons sélectionné deux groupes d'enfants ayant une expérience en lecture contrastée. De manière générale, un groupe était constitué d'enfants ayant un niveau en lecture intermédiaire (CE2), l'autre groupe était constitué d'enfants ayant un niveau avancé (CM2). Nos hypothèses générales concernant l'aspect développemental sont basées sur la littérature chez l'enfant. En ce qui concerne le développement de la lecture lexicale par un traitement orthographique, la littérature nous indique que ce système est déjà fonctionnel au CE1 et qu'il gagne en précision et en efficacité avec l'expérience en lecture. Concernant l'activation du code phonologique, les résultats de la littérature chez l'enfant étant contradictoires, trois hypothèses étaient envisageables. Soit la contribution de la phonologie diminue avec l'expérience en lecture puisqu'en se développant, le système privilégie le traitement de l'information orthographique (Davis et al., 1998 ; Grainger et al., 2012). Soit la contribution de la phonologie augmente avec l'expérience en lecture car l'activation des représentations orthographiques et phonologiques s'automatise de manière concomitante (Booth et al., 1999). Ou encore, l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques est pleinement efficace précocement alors que le système de traitement orthographique est encore en cours de développement (Ziegler et al., 2013). Nous avons cherché à vérifier si l'une de ces trois hypothèses était confirmée.

La méthodologie

Les participants

Nos participants sont des enfants tout-venant scolarisés dans des écoles de la métropole Lilloise (hormis les enfants de l'Etude 4 qui étaient scolarisés dans des écoles françaises à Londres). Tous les participants étaient de langue maternelle française (hormis les enfants de l'Etude 4 qui étaient bilingues). Ils avaient une vision normale ou corrigée. Selon leurs enseignants, ils n'avaient pas de trouble du langage ni de difficulté d'apprentissage. Tous les participants avaient le consentement parental. Nous avons écarté les enfants ayant un retard en lecture de 24 mois et plus selon le test de lecture « l'Alouette » (Levafrais, 1967).

La procédure

Les autorisations des Inspecteurs de l'Education Nationale, des Directeurs d'école, des Enseignants, des Parents et des Elèves ont été obtenus.

Les expériences ont été réalisées pendant les heures de classe. Les participants étaient testés dans une pièce isolée de leur école. La tâche proposée était une décision lexicale classique (hormis pour l'Etude 2 pour laquelle la tâche était une go/no-go). Les élèves avaient pour consigne d'appuyer le plus rapidement possible avec l'index de leur main dominante sur le bouton du boîtier réponse (SR box) lorsqu'ils reconnaissaient un vrai mot et d'appuyer avec l'autre index sur un autre bouton du boîtier lorsqu'ils voyaient un faux mot. Tous les essais étaient suivis d'un écran blanc (500 ms) marquant la fin d'un essai. Après chaque série de 20 essais, une pause était proposée. L'ordre de présentation des items était aléatoire. Les latences étaient mesurées à partir du début de la présentation de la cible jusque la réponse du participant.

Le paradigme expérimental

Nous avons abordé nos différentes questions en utilisant le paradigme de l'amorçage (hormis pour l'Etude 1 qui était une décision lexicale simple). Ce paradigme est largement utilisé dans les études chez le lecteur expert mais dans une moindre mesure chez l'enfant. Ce paradigme est particulièrement approprié pour étudier des processus fins en temps réel. De plus, il permet de manipuler, entre-autre, les modalités et les temps de présentation des amorces et ainsi de cibler précisément les processus que l'on souhaite étudier (voir l'Encart « Le paradigme de l'amorçage »).

Le traitement statistique

Deux types de traitement statistique ont été utilisés. Dans l'Etude 1, l'Etude 2 et l'Etude 3, nous avons adopté un traitement statistique classiquement utilisé en psycholinguistique : l'ANOVA. Ce traitement nécessite de moyenniser les données recueillies et de réaliser des analyses par participant et des analyses par item. Contrairement à la population adulte, la population « enfant » montre une grande variabilité intra- et inter-participant ce qui apporte une difficulté supplémentaire à obtenir les effets recherchés d'autant plus que nous avons testé des processus fins et en temps réel. Par conséquent, pour l'Etude 4 et l'Etude 5, nous avons choisi de traiter les données avec des modèles à effets mixtes. Ces modèles ne nécessitent pas de moyenniser les données et tiennent compte à la fois des effets fixes tels que les conditions expérimentales ou les groupes de niveau scolaire et des effets aléatoires liés aux participants et aux items.

Tableau 1 : Résumé des études menées dans le cadre de cette thèse

Chapitre 1 : Nature et Format des représentations phonologiques			
Etude 1 : Traitement des pseudomots			
<i>Expériences</i>	<i>Items</i>	<i>Classes</i>	<i>Questions</i>
Expérience 1 Décision Lexicale Visuelle	<i>derrible</i> <i>jerrible</i> (<i>terrible</i>)	CE2 et CM2	Sous quel format, la phonologie est-elle impliquée dans le traitement des pseudomots écrits, phonème ou trait phonétique ?
Expérience 2 Décision Lexicale Auditive	<i>/deRibl/</i> <i>/ʒeRibl/</i> (<i>/teRibl/</i>)	CE2 et CM2	Sous quel format, la phonologie est-elle impliquée dans le traitement des pseudomots parlés, phonème ou trait phonétique ?
Etude 2 : Traitement des mots			
Expérience 3 Go/no-go Amorçage fragment Audio-Visuel	<i>/bRə/-BREBIS</i> <i>/pRə/-BREBIS</i> <i>/fRə/-BREBIS</i> <i>/sta/-BREBIS</i>	CE1 et CM2	La phonologie impliquée dans la reconnaissance des mots écrits est t-elle celle impliquée dans le langage oral ou spécifique au langage écrit ? Sous quel format, phonème ou trait phonétique ?
Expérience 4 Go/no-go Amorçage fragment Audio-Audio	<i>/bRə/- /bRəbi/</i> <i>/pRə/- /bRəbi/</i> <i>/fRə/- /bRəbi/</i> <i>/sta/- /bRəbi/</i>	CE1 et CM2	Sous quel format, la phonologie est-elle impliquée dans le traitement des mots parlés, phonème ou trait phonétique ?
Chapitre 2 : Contribution de la phonologie au cours du développement du système orthographique			
Etude 3 : Evolution de la contribution de la phonologie en fonction de l'expérience en lecture			
Décision Lexicale Amorçage Audio-Visuel	Mots fréquents <i>/lyn/-LUNE</i> <i>/bEt/-LUNE</i> Mots moins fréquents <i>/zon/-ZONE</i> <i>/lam/-ZONE</i>	CE2 et CM2	Comment évolue la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots écrits familiers avec l'acquisition de l'expérience en lecture ?
Chapitre 3 : Activation automatique des représentations phonologiques			
Etude 4 : Mise en évidence d'une activation automatique des représentations phonologiques			
Amorçage Visuel Inter-linguistique	<i>shee-CHIFFRE</i> <i>thor-CHIFFRE</i> <i>spoo-CHIFFRE</i>	CE2 et CM2 bilingues	Peut-on activer de manière rapide et automatique les représentations phonologiques à partir de l'écrit ?
Etude 5 : Bénéfice pour la reconnaissance des mots de l'activation des représentations phonologiques			
Amorçage Visuel	<i>lan-LANGUE</i> <i>la-LANGUE</i> <i>fo-LANGUE</i>	CE2 et CM2	L'activation des représentations phonologiques apporte-t-elle un bénéfice à la reconnaissance des mots familiers?

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1

NATURE ET FORMAT DES REPRESENTATIONS PHONOLOGIQUES

La première étape de l'apprentissage de la lecture nécessite de mettre en correspondance le code orthographique avec les sons de la parole afin de recoder un mot écrit et d'accéder à sa correspondance orale. Ce recodage phonologique est réalisé en appliquant les règles de conversion graphème-phonème (Liliane Sprenger-Charolles, Siegel, & Béchenec, 1998). Ceci signifie que l'apprentissage de la lecture commence par une implication des représentations phonologiques du langage oral au niveau du phonème. Lorsque le jeune lecteur commence à reconnaître des mots familiers, le recodage phonologique est abandonné, la lecture devient lexicale. La question est de savoir d'une part, si le code phonologique intervient encore lors de la reconnaissance des mots familiers et d'autre part, si les représentations phonologiques impliquées dans la reconnaissance des mots sont spécifiques au langage écrit (impliquées dans l'interface O ⇔ P décrite par Grainger & Holcomb, 2009) ou celles impliquées dans le traitement de la parole (Lukatela et al., 2001).

De nombreuses recherches chez le lecteur expert ont montré que les unités phonologiques sont impliquées dans la lecture au niveau lexical et sous-lexical. Plusieurs tailles d'unités sous-lexicales ont été envisagées lors de la reconnaissance de mots. Certains travaux ont montré l'implication de la syllabe (Ashby, 2010 ; Ashby & Martin, 2008 ; Carreiras et al., 2005 ; Chetail & Mathey, 2009 ; Colé, Magnan, & Grainger, 1999 ; Colé & Sprenger-Charolles, 1999 ; Ferrand & New, 2003 ; Ferrand et al., 1996 ; pour une autre alternative voir Brand, Rey, & Peereman (2003), de l'attaque et de la rime (Bowey, 1990 ; Fowler, Treiman, & Gross, 1993 ; Seymour & Duncan, 1997) et du phonème (Rey, Jacobs, Schmidt-Weigand, & Ziegler, 1998). Cette dernière unité joue un rôle tout particulier puisque la lettre (ou graphème) renvoie au phonème. Cependant, des interactions entre les unités orthographiques et des unités phonologiques plus petites que le phonème, les traits phonétiques, ont été mises en évidence.

Les traits phonétiques correspondent à des critères articulatoires et sont typiques au langage oral. Ils sont au nombre de trois : le lieu d'articulation qui localise la constriction principale, le mode articulatoire qui caractérise la manière dont le flux d'air s'écoule dans le conduit vocal et le voisement qui indique une vibration des cordes vocales. Ces trois traits phonétiques peuvent caractériser, d'un point de vue articulatoire, les phonèmes (voir Tableau 2 pour une description plus détaillée des phonèmes consonnantiques du français en fonction des traits phonétiques). Certains phonèmes peuvent être acoustiquement proches lorsqu'ils partagent deux traits phonétiques sur trois (e.g., /b/ et /p/) ou éloignés lorsque la variation porte sur plusieurs traits (e.g., /b/ et /s/).

Tableau 2 : Classification des phonèmes consonnantiques de la langue française en fonction des trois types de traits phonétiques : point d'articulation, mode articuloire et voisement (Soutet, 1995).

		Point d'articulation								
		Bilabiales	Labiodentales	Dentales	Alvéolaires	Prépalatales	Palatales	Post-Palatales ou vélares	Uvulaires	
Voisement	Mode articuloire									
	Occlusives sourdes	p		t				k		
	Occlusives sonores	b		d				g		
	Constrictives sourdes		f		s	ʃ				
	Constrictives sonores		v		z	ʒ				
	Nasales	m		n			ɲ			
	Latérale				l					
	Vibrante								ʀ	
Semi-consonne						j				

Lukatela et al., (2001) ont manipulé les traits phonétiques lors d'une expérience en amorçage visuel masqué chez des lecteurs experts. Leur résultats indiquent que les mots écrits sont reconnus plus rapidement lorsque l'amorce varie d'un trait phonétique sur le premier phonème (e.g., ZEA-sea) que lorsque la variation est multi-trait (e.g., VEA-sea). Ce résultat suggère que la reconnaissance visuelle des mots implique de manière automatique les traits phonétiques ce qui pourrait signifier que la reconnaissance des mots écrits est profondément interconnectée aux unités du langage oral (Abramson & Goldinger, 1997 ; Ashby et al., 2009 ; Ernestus & Mak, 2004 ; Lukatela et al., 2004).

A ce jour, aucun modèle de la lecture silencieuse chez l'expert ne fait intervenir les traits phonétiques. Le Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger & Holcomb, 2009) ne fait pas explicitement état de l'implication d'unités aussi petites que les traits phonétiques dans la reconnaissance de mots. Les auteurs suggèrent simplement qu'il y aurait deux types de représentations phonologiques sous lexicales : des représentations phonémiques impliquées dans la conversion graphème-phonème (au niveau de l'interface

O ⇔ P) et des représentations sous-lexicales impliquées dans le traitement de la parole (P-units). L'interface O ⇔ P serait le résultat de la mise en relation systématique, lors de l'apprentissage de la lecture, de groupes de lettres avec les sons des mots précédemment appris (Ziegler & Goswami, 2005).

Chez l'enfant, peu d'études ont examiné cette question. Rack, Hulme, Snowling, & Wightman (1994) ont montré l'influence des traits phonétiques chez de très jeunes enfants qui connaissaient le son des lettres mais qui étaient incapables de réaliser le recodage phonologique même pour des mots simples. Dans cette étude, les enfants apprenaient à associer des orthographe simplifiées à des mots parlés (e.g., *zld* pour le mot /*salad*/). Les résultats montrent que les enfants apprenaient plus facilement l'association de la suite de lettres *zld* avec le mot parlé /*salad*/ que la suite de lettres *vld*. Etant donné que la lettre *z* partage plus de traits phonétiques avec le phonème /*s*/ que la lettre *v*, les auteurs concluent que la reconnaissance visuelle des pseudomots est affectée par les propriétés des mots parlés. A notre connaissance, aucune autre étude n'a examiné cette question chez des jeunes lecteurs.

Les études sur la perception de la parole ont montré l'implication des représentations phonologiques lexicales et sous lexicales. Certaines études ont mis en évidence un traitement au niveau des traits phonétiques. Par exemple, dans une tâche de détection d'erreurs de prononciation de mots parlés (e.g., /*tragedy*/), bien que le nombre de phonème changé était le même, les erreurs étaient moins bien détectées lorsqu'elles étaient dues à une variation d'un trait phonétique (e.g., /*trachedy*/) que lorsque la variation était multi-traits (e.g., /*travedy*/; Marslen-Wilson & Welsh, 1978). En outre, dans une tâche de répétition, les participants restauraient spontanément le mot correct plus souvent dans la

variation un trait que dans la variation multi-trait. De manière concordante, l'avantage observé dans la détection du phonème final (e.g., /p/) présenté dans un mot (e.g., /tulip/) plutôt que dans un pseudomot (e.g., /dorip/) était gardé uniquement lorsque le pseudomot était phonétiquement proche du mot cible (e.g., /durip/) mais pas lorsqu'il était phonétiquement éloigné (e.g., /vurip/ ; Connine, Titone, Deelman, & Blasko, 1997). Ces résultats indiquent que le traitement de la parole s'appuie sur les traits phonétiques. En outre, ils suggèrent que l'accès au lexique phonologique est possible même lorsque l'information auditive est partiellement dégradée à condition que cette dégradation porte uniquement sur un trait phonétique sur l'un des phonèmes. L'activation phonologique lexicale apparaît donc comme dépendante de la proximité phonétique entre le pseudomot et le mot.

Les modèles de perception de la parole intègrent le format trait phonétique. Par exemple, le modèle révisé de la cohorte, Cohort II (Marslen-Wilson, 1987, 1989, 1990 ; Marslen-Wilson & Warren, 1994), qui postule pour l'activation d'une cohorte de candidats, tolère un appariement imparfait entre l'item présenté et la représentation lexicale. Il admet que le niveau d'activation d'une représentation lexicale est proportionnel à l'ampleur du recouvrement entre l'input et la représentation lexicale. Par exemple, le pseudomot *chigarette* peut être considéré comme un candidat possible puisqu'il ne diffère que d'un trait phonétique du mot *cigarette*. La sélection du bon candidat se fait lorsque le point d'unicité est atteint c'est-à-dire au moment où, allant de gauche à droite, le mot diverge de tous les autres mots commençant par la même séquence phonémique. Le modèle à activation interactive TRACE (McClelland & Elman, 1986) contient trois niveaux de représentations : celui des traits phonétiques, des unités phonémiques et des unités lexicales. L'activation des phonèmes serait modulée à la fois par les traits et par les unités lexicales tous deux activés. Par exemple, un trait voisé va activer tous les phonèmes

voisés. Ces derniers vont activer les représentations lexicales les contenant. Les représentations lexicales vont en retour renforcer l'activation des unités déjà activées. Un phénomène de compétition lexicale va se développer. Le mot est reconnu lorsque le niveau d'activation de la représentation lexicale est supérieur à celui de toutes les autres représentations lexicales.

Le seul modèle qui rende compte des interactions entre les représentations orthographiques et les représentations phonologiques au cours du traitement des mots écrits et parlés est le Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger et al., 2003 ; Grainger & Holcomb, 2009). Ce modèle prédit l'activation des représentations phonologiques lors du traitement des mots écrits d'une part, et inversement l'activation des représentations orthographiques à partir d'une entrée auditive d'autre part, les connexions étant bi-directionnelles. L'activation des représentations orthographiques par les représentations phonologiques est utilisée de manière explicite pour la production de mots écrits. En revanche, la lecture implique des connexions dans le sens orthographe-phonologie. Holcomb & Anderson (1993) suggèrent que la modalité visuelle tend à dominer lorsque les deux modalités sont en compétition, (e.g., Colavita, 1974 ; Posner et al., 1976). Ce qui suggère que dans des tâches de lecture en amorçage inter-modal, les connexions privilégiées sont celles qui vont dans le sens orthographe-phonologie.

Dans l'Etude 1, nous nous sommes intéressés au traitement des pseudomots c'est-à-dire au traitement de l'écrit par le recodage phonologique chez les jeunes lecteurs. Dans le cas du recodage phonologique, l'existence des liens entre langage écrit et langage oral est établie. Nous avons souhaité déterminer si le traitement des pseudomots écrits fait intervenir des représentations phonologiques sous un format phonème ou s'appuie sur les traits phonétiques. Dans l'Etude 2, nous nous sommes intéressés à la reconnaissance des mots familiers chez des enfants lecteurs plus ou moins avancés dans l'apprentissage de la

lecture. Nous avons cherché à déterminer quelle était la nature des représentations phonologiques (spécifiques au langage écrit ou spécifiques au langage oral) impliquées dans le traitement des mots familiers ainsi que le format des représentations phonologiques pouvant être engagées (phonème vs trait phonétique).

Nos hypothèses étaient les suivantes. Dans le cas du traitement des pseudomots (Etude 1) c'est-à-dire dans le cas du recodage phonologique, nous nous attendons à trouver une implication des traits phonétiques chez les jeunes lecteurs (J. Rack et al., 1994). Dans le cas de la reconnaissance des mots (Etude 2), à notre connaissance, aucune étude n'a apporté la preuve de l'existence de représentations phonologiques spécifiques au langage écrit comme proposé par Grainger et Holcomb (2009). En revanche, l'étude de Lukatela et al., (2001) suggère que les représentations phonologiques impliquées dans le langage écrit sont celles impliquées dans le traitement du langage oral. Nous faisons donc l'hypothèse que les représentations phonologiques engagées dans la reconnaissance des mots familiers chez les jeunes lecteurs sont celles du langage oral. Concernant le format des représentations phonologiques impliquées dans la reconnaissance des mots familiers, selon l'étude de Lukatela et al. (2001), la reconnaissance des mots chez le lecteur expert implique les traits phonétiques. Les auteurs interprètent ce résultat comme étant le résultat d'interconnexions profondément établies entre le langage écrit et le langage oral chez le lecteur expert. Dans ce cas, on devrait trouver un format trait phonétique chez les jeunes lecteurs plus avancés.

Il est à noter que nous n'avons pas émis d'hypothèse développementale concernant le traitement des pseudomots (Etude 1). En effet, nous pensons que le recodage phonologique implique les mêmes représentations phonologiques du langage oral chez les lecteurs plus avancés et moins avancés dans la lecture. Néanmoins, parce que nous avons des hypothèses développementales pour le traitement des mots familiers et parce que nous

souhaitons avoir une vue à la fois précise et globale sur le traitement de l'écrit chez les jeunes lecteurs, nous avons tout de même testé deux groupes de jeunes lecteurs, plus ou moins avancés dans leur apprentissage de la lecture dans l'Etude 1.

2.1.1. Etude 1 – Nature et format des représentations phonologiques en lecture silencieuse de pseudomots

2.1.1.1. Expérience 1 – Traitement des pseudomots écrits

Introduction

Cette étude a pour objectif d'examiner sous quel format (phonème vs trait phonétique) les représentations phonologiques du langage oral sont impliquées dans le traitement des pseudomots écrits chez des jeunes lecteurs c'est-à-dire dans le recodage phonologique.

Les représentations phonologiques sous-lexicales du langage oral peuvent être de type phonémique ou de type traits phonétiques (place de l'articulation, mode articulatoire et voisement). Nous avons donc réalisé une expérience de décision lexicale dans laquelle deux variations de pseudomots ont été créées à partir d'un mot de base. Dans une variation phonétiquement proche du mot de base, la première lettre du mot de base (e.g., terrible) a été remplacée par une lettre correspondant à un phonème variant d'un trait phonétique (e.g., derrible). Dans la variation phonétiquement éloignée du mot de base, la première lettre du mot de base (e.g., terrible) a été remplacée par une lettre correspondant à un phonème variant de trois traits phonétiques (e.g., jerrible).

Nos hypothèses sont les suivantes. Le traitement des pseudomots implique le langage oral puisque ces items sont lus par recodage phonologique. Nous défendons l'idée que le traitement des pseudomots implique la phonologie du langage oral au niveau des traits phonétiques, nous nous attendons à obtenir un effet du type de variation (1 trait vs 3 traits) pour les pseudomots. De plus, la tâche étant une décision lexicale, nous nous attendons à trouver un effet de la lexicalité.

Méthode

Participants

Trente-sept CE2 et 39 CM2 participaient cette étude. L'âge moyen des CE2 était de 8 ans ; 11 mois (ET = 3 mois), celui des CM2 était de 10 ans ; 10 mois (ET = 4 mois). Le niveau de lecture des participants était évalué à l'aide du test standardisé « l'Alouette » (Levafrais, 1967). L'âge moyen en lecture était respectivement de 8 ans ; 11 mois (ET = 12 mois) et 10 ans ; 7 mois (ET = 14 mois). Les élèves ont été testés avec un test de discrimination phonologique (ELDP, Macchi et al., 2012) et montraient une audition normale.

Matériel

Quarante-trois mots cible ont été sélectionnés à partir de la base de mots français Manulex-Infra (Lété, Sprenger-Charolles, & Colé, 2004). La fréquence moyenne des mots était de 117 occurrences par million (ET = 142) et le nombre moyen de lettres était de 7 (ET = 1). Les mots sélectionnés n'avaient pas de voisins orthographiques (mots qui peuvent être créés en changeant une lettre sans modifier pour autant la position des autres lettres, Coltheart, Davelaar, Jonasson, & Besner, 1977) ni de voisins phonologiques (mots qui peuvent être créés en changeant un phonème sans modifier les autres) selon la base de données Lexique 3 (New, Brysbaert, Veronis, & Pallier, 2007). Le point d'unicité orthographique moyen (rang de la lettre en partant de la gauche à partir duquel le mot peut être identifié sans ambiguïté) était de 6 (ET = 1.73) et le point d'unicité phonologique était de 5 (ET = 1.38). Sur la base de ces mots, deux types de pseudomots ont été créés en changeant la première lettre du mot. Une première série de pseudomots a été créée en faisant varier d'un trait phonétique le premier phonème du mot (variation 1 trait, e.g., terrible - derrible). Ces pseudomots variation 1 trait étaient phonétiquement proches du mot de base. Une seconde série de pseudomots a été créée en faisant varier de trois traits

phonétiques le premier phonème du mot (variation 3 traits, e.g., terrible - jerrible). Ces pseudomots variation 3 traits étaient phonétiquement plus éloignés du mot de base. La fréquence moyenne des premiers bigrammes des pseudomots (e.g., derrible - jerrible) était de 274 (ET = 276) pour la variation 1 trait et 229 (ET = 308) pour la variation 3 traits ($t < 1$). La similarité visuelle entre la première lettre des mots et celle des pseudomots dans chacune des variations a été calculée (Courrieu, Farioli, & Grainger, 2004). Elle était de 97.63 (ET = 9.38) pour la variation 1 trait et 99.05 (ET = 10.43) pour la variation 3 traits ($t < 1$). Trois listes ont été constituées pour éviter qu'un même participant ait à traiter plusieurs items qui se ressemblent (pseudomots et mot de base). Chaque liste a été complétée par 15 mots remplisseurs pour respecter les proportions de 50% de mots et 50% de pseudomots dans chaque liste (voir Annexe A).

Procédure

Les participants étaient testés dans une pièce isolée de leur école. Ils étaient assis devant un ordinateur Dell latitude 131L. La session durait environ 15 minutes. La programmation de l'expérience avait été faite à l'aide du logiciel E-prime. Les participants réalisaient une session d'entraînement de 15 essais avant de commencer la session expérimentale qui consistait en une des trois listes de matériel. Chaque essai consistait en la présentation successive d'une croix de fixation située au centre de l'écran (800 ms) suivie immédiatement de la cible visuelle au centre de l'écran jusqu'à ce que les participants répondent ou pour une durée maximale de 3000 ms. La tâche était une décision lexicale.

Résultats

Les latences et les erreurs ont été collectées et analysées. L'analyse des latences incluait uniquement les temps de réponse des mots cible et les pseudomots (variation 1 trait et variation 3 traits). Quatre mots et les pseudomots associés ont été retirés de l'analyse pour les CE2 car le taux d'erreurs de ces mots était élevé ($> 40\%$). Le taux d'erreur global était

de 12.41 %. La latence moyenne et le taux d'erreur pour chaque type d'item (mot, variation 1 trait et variation 3 traits) sont donnés dans le Tableau 3. Les analyses de variance (ANOVA) ont été conduites par participant (reporté F_1) et par item (reporté F_2) avec pour facteur inter-participant le niveau scolaire (CE2 et CM2) et pour facteur intra-participant le type d'item (mot, variation 1 trait et variation 3 traits).

Tableau 3 : Etude 1 - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en fonction du type d'item écrit pour les CE2 et CM2.

Type d'item	CE2		CM2	
	Latence (ET)	Erreur (ET)	Latence (ET)	Erreur (ET)
Mot	1054 (248)	10.15 (10.82)	936 (249)	9.95 (8.00)
Variation 1 trait	1413 (414)	20.80 (20.76)	1161 (351)	14.11 (11.18)
Variation 3 traits	1403 (422)	12.81 (13.89)	1141 (361)	7.73 (8.63)

La décision lexicale n'est pas une simple tâche de catégorisation binaire comme on pourrait l'utiliser dans une tâche de catégorisation de type « rouge » ou « bleu » (Grainger & Jacobs, 1996). La façon dont le participant rejette les pseudomots n'est pas encore bien comprise. Plusieurs modèles ont été proposés pour tenter de décrire le processus de décision lexicale. Certains chercheurs ont assigné une valeur positive aux mots qui dépend de la fréquence du mot et une valeur négative aux pseudomots qui dépend de sa ressemblance avec un mot réel (Ratcliff, Thapar, Gomez, & McKoon, 2004). Norris (2006) propose que le système calcule une probabilité a posteriori que le stimulus soit un mot réel et la compare avec la probabilité que le stimulus ne soit pas un mot réel. Ceci implique que le participant doit évaluer une fréquence moyenne des stimuli pseudomot de l'expérience. Une autre approche est de tenir compte de deux nœuds décisionnels. Le

nœud décisionnel « oui » est fonction de l'activité lexicale générée par le stimulus et le nœud décisionnel « non » est égal à une valeur constante moins la mesure de l'activité lexicale générée par le stimulus (Dufau, Grainger, & Ziegler, 2012). Quel que soit le modèle, la décision de rejeter un pseudomot implique toujours une composante liée à une activité lexicale générée par les stimuli. Dans notre étude, la tâche étant une décision lexicale, l'analyse des données a donc été double, une première analyse permettait de vérifier l'effet de lexicalité (mots vs pseudomots) puis une seconde analyse portant sur les pseudomots uniquement permettait de déterminer si les traits phonétiques étaient impliqués dans la comparaison entre le mot de base et les pseudomots.

Latences

L'analyse des latences révèle un effet principal du niveau scolaire indiquant que les CM2 réalisent la tâche de décision lexicale plus rapidement que les CE2 (respectivement, 1080 ms vs 1290 ms), $F_1(1,74) = 8,00, p = .006, \eta_p^2 = .10$; $F_2(1,240) = 59.18, p < .001, \eta_p^2 = .20$. Les résultats montrent également un effet principal du type d'item, $F_1(2,148) = 87.92, p < .001, \eta_p^2 = .54$; $F_2(2,240) = 44.25, p < .001, \eta_p^2 = .27$. L'analyse des données révèle une interaction entre le type d'item et le niveau scolaire uniquement pour l'analyse par participant, $F_1(2,148) = 5.28, p = .006, \eta_p^2 = .07$; $F_2(2,240) = 1.87, p = .16$, indiquant que les CE2 et les CM2 traitent différemment des différents types d'item.

Etant donné que la tâche était une décision lexicale, nous avons fait deux analyses. La première analyse prend en compte la lexicalité des items (mot vs pseudomot), la seconde analyse oppose les deux types de pseudomot (variation 1 trait vs variation 3 traits). La première analyse indique un effet du niveau scolaire ($F_1(1,74) = 7,30, p = .008, \eta_p^2 = .09$; $F_2(1,160) = 52.54, p < .001, \eta_p^2 = .25$), un effet de la lexicalité ($F_1(1,74) = 125,96, p < .001, \eta_p^2 = .63$; $F_2(1,160) = 105.36, p < .001, \eta_p^2 = .40$) et une interaction entre niveau scolaire et lexicalité ($F_1(1,74) = 7,33, p = .008, \eta_p^2 = .09$; $F_2(1,160) = 4.27, p = .040, \eta_p^2 = .03$). La

seconde analyse indique un effet du niveau scolaire ($F_1(1,74) = 8,76, p = .004, \eta_p^2 = .11$; $F_2(1,160) = 28.55, p < .001, \eta_p^2 = .15$), pas d'effet de la variation ($F_S < 1$) et pas d'interaction entre niveau scolaire et variation ($F_S < 1$). Ces résultats pris ensemble indiquent que l'effet de lexicalité est plus réduit chez les CM2 par rapport aux CE2 (respectivement, 215 ms et 354 ms), les CE2 mettent plus de temps à traiter les pseudomots. Ils indiquent également qu'il n'y a pas d'effet du type de variation, les pseudomots variation 1 trait et variation 3 traits, ne sont pas traités différemment ni par les CE2 ni par les CM2.

Erreurs

L'analyse des pourcentages d'erreurs révèle un effet principal du niveau scolaire, les CM2 font moins d'erreurs (10.34%) que les CE2 (14.59%), $F_1(1,74) = 4.49, p = .037, \eta_p^2 = .06$; $F_2(1,240) = 9.91, p = .002, \eta_p^2 = .04$. Nous avons observé un effet principal du type d'item, $F_1(2,148) = 10.64, p < .001, \eta_p^2 = .13$; $F_2(2,240) = 12.21, p < .001, \eta_p^2 = .10$. Il n'y a pas d'interaction entre le niveau scolaire et le type d'item, $F_1(2,148) = 1.24, p = .29$; $F_2(2,240) = 1.09, p = .34$.

Comme pour les latences, nous avons fait une analyse des pourcentages d'erreurs tenant compte de la lexicalité d'une part, et une analyse tenant compte du type de variation d'autre part mais niveaux scolaires confondus. La première analyse indique un effet de la lexicalité ($F_1(1,75) = 5,68, p = .020, \eta_p^2 = .07$; $F_2(1,162) = 77,37 p < .001, \eta_p^2 = .32$) indiquant que les participants font plus d'erreurs lorsqu'ils traitent les pseudomots (13.78%) que lorsqu'ils traitent les mots (9.66%). La seconde analyse indique un effet du type de variation, les participants font plus d'erreurs lorsqu'ils doivent rejeter les pseudomots variation 1 trait (17.37%) que lorsqu'ils doivent rejeter les pseudomots variation 3 traits (10.20%), $F_1(1,75) = 17,26, p < .001, \eta_p^2 = .19$; $F_2(1,162) = 14.90, p < .001, \eta_p^2 = .08$. Tous ces résultats nous indiquent que les participants ont plus de difficulté

à rejeter les pseudomots lorsqu'ils sont proches d'un point de vue phonétique du mot de base.

Discussion Expérience 1

Cette étude a pour objectif de déterminer sous quel format (phonème vs trait phonétique) les représentations phonologiques du langage oral sont impliquées dans le traitement des pseudomots écrits c'est-à-dire dans le recodage phonologique. Nous avons réalisée une expérience de décision lexicale dans laquelle nous avons manipulé les traits phonétiques. Chaque mot cible servait de base à la création de deux variations de pseudomots : variation 1 trait (phonétiquement proche du mot de base) et variation 3 traits (phonétiquement plus éloigné du mot de base). Notre hypothèse était que le traitement des pseudomots implique les traits phonétiques (Rack et al., 1994), nous nous attendions à obtenir un effet de la variation (1 trait vs 3 traits).

Une première analyse des latences indique que la tâche de décision lexicale montre un effet classique de la lexicalité pour les deux niveaux scolaires. Les mots sont acceptés plus rapidement que les pseudomots ne sont rejetés (Dufau et al., 2012 ; Norris, 2006 ; Ratcliff et al., 2004). Les CE2 mettent plus de temps à rejeter les pseudomots que les CM2. Il est probable que les connaissances orthographiques soient plus développées chez les CM2 ce qui leur permettrait de rejeter plus rapidement les pseudomots.

La seconde analyse des latences indique qu'il n'y a pas d'effet du type de variation des pseudomots pour les deux niveaux scolaires. En effet, quelle que soit la modification de la lettre initiale (selon le nombre de traits phonétiques partagés avec le phonème initial du mot de base) les temps de rejet des pseudomots sont similaires. Cependant, l'analyse des erreurs nous révèle un effet du type de variation pour les CE2 et les CM2. En effet, la

variation 1 trait montre un taux d'erreurs plus élevé que la variation 3 traits indiquant que la proximité phonétique a rendu le rejet du pseudomot plus difficile.

Nos résultats supportent l'idée de l'implication des traits phonétiques dans le traitement des pseudomots écrits chez des jeunes lecteurs qu'ils soient plus ou moins avancés dans l'apprentissage de la lecture (Lukatela et al., 2001 ; Rack et al., 1994 ; Ziegler & Goswami, 2005). Notre interprétation est la suivante. Etant donné que la variation 1 trait est phonétiquement plus proche du mot de base, il est probable que l'activation de la représentation phonologique lexicale du mot de base devait être plus forte comparée à l'activation dans la condition variation 3 traits (e.g., Connine et al., 1997 ; Marslen-Wilson & Welsh, 1978). L'ambiguïté étant plus forte dans le cas du pseudomot variation 1 trait, son rejet devait être alors plus difficile (Dufau et al., 2012 ; Norris, 2006 ; Ratcliff et al., 2004). Ceci pourrait alors expliquer les taux d'erreurs plus importants dans le cas des pseudomots variation 1 trait.

Nos résultats peuvent être expliqués dans le cadre du Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger and Ferrand, 1994; Grainger & Holcomb, 2009 ; Jacobs et al., 1998; Grainger and Ziegler, 2008; Diependaele et al., 2010) qui propose une activation des phonèmes à partir des graphèmes ($O \Leftrightarrow P$). Les phonèmes activés vont eux-mêmes propager cette activation aux représentations lexicales d'une part et aux traits phonétiques (P-units) d'autre part qui peuvent à leur tour envoyer de l'activation vers le lexique phonologique. Ceci pourrait expliquer les taux d'erreurs différents selon la variation des pseudomots.

Afin de vérifier notre interprétation, nous avons voulu examiner si le traitement du langage parlé est sensible aux traits phonétiques. Pour cela, nous avons réalisé la même expérience mais en modalité auditive (Expérience 2).

2.1.1.2. Expérience 2 – Traitement des pseudomots parlés

Introduction

Cette étude a pour objectif d'examiner si le traitement du langage oral est sensible aux traits phonétiques chez des jeunes lecteurs plus ou moins avancés dans l'acquisition de la lecture. Pour étudier cette question, nous avons réalisé une tâche de décision lexicale identique à celle de l'Expérience 1 mais en modalité auditive. Chaque mot cible parlé (e.g., /teRibl/) servait de base à la création de deux types de pseudomots : variation 1 trait (e.g., /deRibl/) phonétiquement proche du mot de base et variation 3 traits (e.g., /3eRibl/) phonétiquement plus éloigné du mot de base.

Notre hypothèse est que le traitement du langage oral est sensible aux traits phonétiques (e.g., Marslen-Wilson & Welsh, 1978), nous nous attendons à obtenir un effet du type de variation (1 trait vs 3 traits) pour les pseudomots. De plus, la tâche étant une décision lexicale, nous nous attendons à trouver un effet de la lexicalité.

Méthode

Participants

Les mêmes élèves de CE2 (37) et de CM2 (39) ayant participé à l'Expérience 1 ont participé cette étude (l'ordre des expériences était contre balancé).

Matériel

Le matériel était le même que le matériel créé pour l'Expérience 1 (voir Annexe A) mis à part que les items étaient parlés. Tous les items étaient prononcés par une femme de langue maternelle française et ont été enregistrés numériquement (Protools HD V6.9.2, 16 bit, 44.1 kHz) dans un studio d'enregistrement professionnel. Les unités sonores ont été découpées à l'aide d'un logiciel (Praat version 5.1.04). Trois listes ont été constituées et

ont été complétées par 15 mots remplisseurs pour respecter les proportions de 50% de mots et 50% de pseudomots dans chaque liste.

Procédure

L'Expérience 2 a été réalisée selon la même procédure que dans l'Expérience 1 mis à part que les items étaient auditifs.

Résultats

Les latences et les erreurs ont été collectées et analysées. L'analyse des latences inclue uniquement les temps de réponse des mots cible et des pseudomots (variation 1 trait et variation 3 traits). Le taux d'erreur global est de 11.77 %. La latence moyenne et le taux d'erreur pour chaque type d'item (mot, variation 1 trait et variation 3 traits) sont donnés dans le Tableau 4. Les analyses de variance (ANOVA) ont été conduites par participant (F_1) et par item (F_2) avec pour facteur inter-participant le niveau scolaire (CE2 et CM2) et pour facteur intra-participant le type d'item (mot, variation 1 trait et variation 3 traits).

Tableau 4 : Etude 1 - Latences moyennes (ms) et les taux d'erreurs moyens (%) en fonction du type d'item parlé pour les CE2 et CM2.

<i>Type d'item</i>	<i>CE2</i>		<i>CM2</i>	
	<i>Latence (ET)</i>	<i>Erreur (ET)</i>	<i>Latence (ET)</i>	<i>Erreur (ET)</i>
Mot	1149 (139)	8.74 (7.34)	1109 (177)	6.11 (7.92)
Variation 1 trait	1321 (152)	24.18 (15.01)	1244 (170)	18.28 (11.25)
Variation 3 traits	1288 (149)	9.05 (8.11)	1212 (172)	4.64 (6.50)

Latences

L'analyse des latences montre une tendance à un effet principal du niveau scolaire indiquant que les CM2 ont réalisé la tâche de décision lexicale plus rapidement que les CE2 (respectivement, 1189 ms et 1253 ms), $F_1(1,74) = 3,77, p = .056, \eta_p^2 = .05$; $F_2(1,251)$

= 37.77, $p < .001$, $\eta_p^2 = .13$. Les résultats révèlent un effet principal du type d'item, $F_1(2,148) = 62.90$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .56$; $F_2(2,251) = 63.37$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .33$. L'interaction entre le type d'item et le niveau scolaire n'est pas significative, $F_1(2,148) = 1.08$, $p = .34$; $F_2(2,251) = 1.50$, $p = .22$. Il est à noter que le pseudomot *zystème* a toujours été accepté par les enfants de CM2 et ne présente donc pas de latence de rejet pour ce niveau scolaire.

Etant donné que la tâche était une décision lexicale, nous avons fait deux autres analyses, participants confondus. La première analyse prend en compte la lexicalité des items (mot vs pseudomot), la seconde analyse oppose les deux variations de pseudomot (1 trait vs 3 traits). La première analyse indique un effet de la lexicalité, les mots (1129 ms) ont été traités plus rapidement que les pseudomots (1265 ms), $F_1(1,75) = 90,70$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .55$; $F_2(1,170) = 106.87$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .39$. La seconde analyse indique un effet du type de variation ($F_1(1,75) = 6,98$, $p = .010$, $\eta_p^2 = .08$; $F_2(1,169) = 6.61$, $p = .011$, $\eta_p^2 = .04$) indiquant que les pseudomots variation 1 trait ont été rejetés plus lentement par les participants que les variations 3 traits (respectivement, 1282 ms et 1249 ms).

Erreurs

L'analyse des pourcentages d'erreurs révèle un effet principal du niveau scolaire, les CM2 font moins d'erreurs (9.67 %) que les CE2 (13.99%), $F_1(1,74) = 8.80$, $p = .004$, $\eta_p^2 = .11$; $F_2(1,252) = 5.62$, $p = .018$, $\eta_p^2 = .02$. Nous avons observé un effet principal du type d'item, $F_1(2,148) = 60.59$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .45$; $F_2(2,252) = 24.00$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .16$. Il n'y a pas d'interaction entre le niveau scolaire et le type d'item, $F_s < 1$.

Comme pour les latences, nous avons fait une analyse des pourcentages d'erreurs, niveaux scolaires confondus, tenant compte de la lexicalité d'une part, et une analyse tenant compte du type de variation d'autre part. La première analyse indique un effet de la lexicalité ($F_1(1,75) = 27,18$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .27$; $F_2(1,170) = 13.63$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .07$)

indiquant que les participants font plus d'erreurs lorsqu'ils traitent les pseudomots (13.97%) que lorsqu'ils traitent les mots (7.39%). La seconde analyse indique un effet du type de variation, les participants font plus d'erreurs lorsqu'ils doivent rejeter les pseudomots variation 1 trait (21.15%) que lorsqu'ils doivent rejeter les pseudomots variation 3 traits (6.79%), $F_1(1,75) = 93,42, p < .001, \eta_p^2 = .55$; $F_2(1,170) = 30.01, p < .001, \eta_p^2 = .15$.

Discussion Expérience 2

L'objectif de cette étude est d'examiner sur quel format (phonème vs trait phonétique) s'appuie le système de traitement du langage oral des jeunes lecteurs lorsqu'ils traitent un pseudomot parlé. A cette fin, nous avons réalisé une expérience de décision lexicale auditive reprenant le matériel de l'Expérience 1 pour lequel nous avons manipulé les traits phonétiques. A partir de chaque mot de base nous avons créé un pseudomot parlé phonétiquement proche, variation 1 trait et un pseudomot parlé phonétiquement plus éloigné, variation 3 traits.

Comme attendu, nous avons obtenu un effet de la lexicalité : les mots parlés sont traités plus rapidement que les pseudomots parlés (Dufau et al., 2012 ; Norris, 2006 ; Ratcliff et al., 2004). En outre, l'analyse des données montre un effet de la variation (1 trait vs 3 traits) des pseudomots. En effet, pour les pseudomots parlés variation 1 trait, les temps de rejet sont plus longs et les taux d'erreurs plus élevés que pour les pseudomots parlés variation 3 traits. Ceci suggère que le traitement du langage oral est sensible aux traits phonétiques et que la proximité phonétique de la variation 1 trait génère une ambiguïté avec le mot de base. Ces résultats sont congruents avec de précédents résultats obtenus dans différentes études portant sur le traitement du langage oral qui indiquent que l'activation des représentations lexicales phonologiques est proportionnelle au partage des

traits phonétiques entre le stimulus présenté et la représentation lexicale (e.g., Connine et al., 1997 ; Marslen-Wilson & Welsh, 1978).

Les modèles de traitement du langage oral expliquent très bien ces résultats puisqu'ils proposent une activation lexicale proportionnelle au nombre de traits phonétiques partagés entre l'item présenté et la représentation lexicale du mot de base (e.g., Cohort II de Marslen-Wilson, 1987, 1989, 1990 ; Marslen-Wilson & Warren, 1994 ; TRACE de McClelland & Elman, 1986). Le Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger & Ferrand, 1994 ; Grainger & Holcomb, 2009 ; Jacobs et al., 1998 ; Grainger et al., 2003, 2005 ; Grainger & Ziegler, 2007) fait intervenir des représentations sous-lexicales du langage oral (P-units) telles que les traits phonétiques qui une fois activés activeraient les représentations lexicales à la manière du modèle TRACE (McClelland & Elman, 1986).

Le traitement du langage oral montre une certaine flexibilité et tolère des variations phonétiquement proches des mots. Cette flexibilité pourrait permettre la gestion de la haute variabilité du signal sonore comme par exemple les voix, les accents, les coarticulations (Gaskell & Marslen-Wilson, 2001 ; Gow Jr, 2001).

2.1.1.3. Discussion Etude 1

L'Expérience 1 a pour objectif d'examiner si le traitement des pseudomots (recodage phonologique) chez des jeunes lecteurs implique des représentations phonologiques du langage oral de format phonème ou trait phonétique. Nous avons mené une tâche de décision lexicale visuelle auprès de jeunes lecteurs, dans laquelle nous avons manipulé les traits phonétiques en créant des pseudomots phonétiquement proches (variation 1 trait) et des pseudomots phonétiquement plus éloignés (variation 3 traits) du mot de base. Les résultats ont révélé un effet de la variation, les élèves font plus d'erreurs dans la variation 1

trait, suggérant l'intervention des traits phonétiques. Nous avons réalisé une seconde décision lexicale identique à l'Expérience 1 mais en modalité auditive (Expérience 2). L'analyse des données montrent également un effet de la variation. Les élèves font plus d'erreurs et mettent plus de temps à rejeter les pseudomots lorsque ces pseudomots sont phonétiquement proches du mot de base que lorsqu'ils sont plus éloignés indiquant que le traitement du langage oral s'appuie sur des représentations phonétiques aussi fines que les traits phonétiques.

Les résultats que nous avons obtenus sont en faveur d'une implication des traits dans le traitement du langage écrit lorsque les items sont des pseudomots. Le processus de recodage phonologique engagé dans le traitement des pseudomots fait nécessairement appel au langage oral. En revanche, concernant les mots familiers, nous n'avons pas la preuve que les représentations phonologiques du langage oral interviennent chez des jeunes lecteurs. Nous avons donc réalisé une étude dans laquelle nous avons examiné l'effet de la manipulation des traits phonétiques sur la reconnaissance de mots familiers (Expérience 3).

2.1.2. Etude 2 – Nature et format des représentations phonologiques en reconnaissance de mots familiers

2.1.2.1. Expérience 3 – Reconnaissance de mots écrits familiers

Introduction

Dans cette Expérience 3, nous avons examiné la question de l'implication du langage oral et du format des représentations phonologiques impliquées (phonème vs trait phonétique) lors de la reconnaissance de mots familiers chez des jeunes lecteurs c'est-à-dire lorsque les représentations orthographiques sont déjà installées. Pour cela, nous avons réalisé une expérience en amorçage inter-modal dans laquelle nous avons manipulé le partage des traits phonétiques entre l'amorce auditive et la cible visuelle.

Il est communément admis qu'au début de l'acquisition de la lecture, les enfants ont recours au langage oral du fait de la conversion graphème-phonème (Sprenger-Charolles et al., 1998 ; Sprenger-Charolles, Siegel, & Bonnet, 1998) puis après un certain nombre d'exposition à ces mots, ces enfants ont installé les représentations orthographiques dans le lexique (Bowey & Muller, 2005 ; Reitsma, 1983 ; Share, 1995, 1999, 2004) et sont capables de reconnaître des mots familiers. Avec l'expérience, l'utilisation de l'information orthographique devient prédominante. En effet, des études en amorçage masqué visuel ont révélé des effets lettre-substituée (e.g., rlay-PLAY; Castles et al., 1999) et des effets lettres-transposées (e.g., lpay-PLAY; Grainger et al., 2012 ; Ziegler et al., 2013) au CE1. Ces effets suggèrent un traitement en parallèle des lettres lequel est nécessaire au traitement automatique de l'information orthographique du mot. L'effet lettres-transposées croissant du CP au CM2 dans l'étude de Ziegler et al. (2013) est interprété comme étant le marqueur du développement de l'accès au lexique orthographique. De plus, des études qui examinaient le mouvement des yeux lors de la

lecture, ont montré une augmentation de la longueur des saccades oculaires et une diminution des durées de fixation des mots entre le CP et le CE1 (McConkie et al., 1991). Tous ces résultats suggèrent que d'une part, les enfants de CE1 accèdent de manière automatique aux représentations orthographiques installées dans le lexique et que d'autre part, le processus orthographique est en développement au moins jusqu'au CM2.

Le récent Modèle Développement Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) indique que l'exposition aux mots écrits mène au développement d'un système spécialisé qui traite les lettres en parallèle. Selon ce modèle, la nature de l'implication du code phonologique change au cours de l'acquisition de la lecture. Elle passe du lent et intentionnel recodage phonologique à un mécanisme rapide et automatique d'activation de la phonologie sous-lexicale qui est appelé processus « fine-grained ». Le modèle développemental de Grainger et collaborateurs assume que la plus petite unité phonologique engagée dans ce processus est le phonème puisque ce format correspondant à la lettre (M. Coltheart et al., 1993). Cependant, le modèle développemental ne précise pas la nature des représentations phonologiques impliquées dans la lecture. A l'inverse, le Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger & Holcomb, 2009) propose l'implication d'une phonologie spécifique au langage écrit dans la reconnaissance de mots qui se mettrait en place du fait de la réalisation des conversions graphème-phonème. Cependant, les auteurs ne développent pas plus cette proposition et suggèrent que cette question peut faire l'objet de futures recherches. Trois types de représentations phonologiques peuvent hypothétiquement être engagés dans la reconnaissance des mots écrits familiers. Soit des représentations phonémiques spécifiques au langage écrit, soit des représentations phonémiques spécifiques au langage oral ou enfin des représentations des traits phonétiques également spécifiques au langage oral.

Afin de tester l'hypothèse de l'implication des traits phonétiques sur la reconnaissance de mots écrits, nous avons utilisé la technique de l'amorçage qui permet de faire des manipulations sur l'amorce et d'en voir les effets sur la reconnaissance du mot cible. Nous avons fait le choix d'amorces auditives pour plusieurs raisons. La première raison est que nous voulions un traitement « purement » phonologique de l'amorce et éviter que l'activation phonologique ne soit dépendante du processus orthographique préalable puisque le processus orthographique n'est pas encore pleinement développé chez les jeunes lecteurs. La seconde raison pour laquelle nous avons utilisé des amorces auditives est que nous souhaitons examiner l'implication des représentations traits phonétiques lesquels sont impliqués dans le traitement du langage oral (l'Expérience 2 nous indique que le traitement du langage oral est particulièrement sensible aux traits phonétiques). Enfin, la dernière raison pour laquelle nous avons utilisé des amorces auditives est que la littérature indique qu'il est difficile de trouver des effets d'amorçage phonologique à partir d'une amorce visuelle chez les jeunes lecteurs (Davis et al., 1998). Seules deux études ont mis en évidence de tels effets mais ces études ne s'intéressaient pas à la nature de la phonologie impliquée dans la reconnaissance de mots écrits. Booth et al., (1999) ont trouvé un effet d'amorçage phonologique masqué sur les erreurs dans une tâche d'écriture chez des CE2 et CM2. Ziegler et al., (2013) ont obtenu un effet d'amorçage phonologique dans une tâche de décision lexicale à partir d'amorces visuelles de la fin du CP jusqu'au CM2.

Pour examiner la nature de la phonologie impliquée dans la reconnaissance des mots écrits et étudier le format des unités phonologiques (phonème vs trait phonétique) pertinent à la reconnaissance des mots, nous avons réalisé une étude en amorçage inter-modal dans laquelle les amorces étaient des fragments auditifs et les cibles des mots écrits. Nous avons manipulé le nombre de traits phonétiques partagés entre l'amorce et la cible. Par exemple, la cible visuelle "BREBIS" (/brɛbi/) était amorcée par une amorce fragment identique au

début du mot cible (amorçe identité, /bRə/), une amorçe variant d'un trait phonétique sur le premier phonème du mot cible (amorçe variation 1 trait, /pRə/), une amorçe variant de plus d'un trait phonétique sur le premier phonème du mot cible (amorçe variation multi-trait, /fRə/) et une amorçe qui ne partageait pas de phonème avec la cible (amorçe non reliée, /sta/). Les conditions expérimentales ont été choisies pour favoriser les processus automatiques et éviter la mise en place de stratégies de réponse qui auraient favorisé des activations au niveau lexical: la proportion de paires amorçe identité-cible était faible, l'information partagée entre les amorçes identité et les cibles était partielle (les amorçes étaient des fragments), l'intervalle interstimuli était bref (50 ms) et les participants ne voyaient la cible qu'une seule fois (Hamburger & Slowiaczek, 1996; McQueen & Sereno, 2005). Afin de mieux capturer les variations subtiles des mesures entre les conditions d'amorçage, nous avons opté pour une tâche go/no-go qui est préférable à la classique tâche de décision lexicale dans les études chez les jeunes lecteurs. En effet, avec la tâche go/no-go, les taux d'erreurs sont plus faibles, les latences sont plus courtes et la variabilité dans les latences est moindre (e.g., Moret-Tatay & Perea, 2011).

Nos hypothèses sont les suivantes. Premièrement, si les représentations phonologiques sont engagées dans la reconnaissance des mots écrits familiers, nous nous attendons à obtenir des latences plus courtes en conditions d'amorçage reliées (identité, variation 1 trait, variation multi-trait) comparées à la condition d'amorçage non-reliée. Deuxièmement, si la reconnaissance des mots écrits implique un format phonémique, nous nous attendons à ce que la condition identité montre des latences plus courtes comparée aux deux conditions variation. Les latences des deux conditions variation ne devraient pas afficher de différence puisque les deux types d'amorçe partagent le même nombre de phonèmes avec la cible. De manière alternative, si la reconnaissance visuelle des mots implique un format trait phonétique, nous nous attendons à ce que la condition variation 1

trait montre des latences plus courtes que la condition variation multi-trait puisque le nombre de traits partagés entre l'amorce et la cible est plus grand dans la condition variation 1 trait que dans la condition variation multi-trait. Enfin, d'un point de vue développemental, on devrait trouver un format trait phonétique chez les lecteurs plus avancés. En effet, l'implication des traits phonétiques dans la reconnaissance des mots est interprétée par Lukatela et al. (2001) comme étant le résultat d'interconnexions profondément établies entre le langage écrit et le langage oral chez le lecteur expert.

Méthode

Participants

Quarante-quatre élèves de CE1 et 43 élèves de CM2 ont participé à cette expérience. L'âge moyen des CE1 était de 7 ans ; 9 mois (ET = 4 mois) et de 10 ans ; 9 mois (ET = 5 mois) pour les CM2. Le niveau de lecture des participants avait été évalué à l'aide du test standardisé « l'Alouette » (Levafrais, 1967). L'âge moyen en lecture était respectivement de 8 ans ; 3 mois (ET = 11 mois) et 11 ans ; 2 mois (ET = 15 mois). Tous les participants étaient de langue maternelle française et avaient une vision normale ou corrigée. Les élèves ont été testés avec un test de discrimination phonologique (ELDP ; Macchi et al., 2012) et montraient une audition normale.

Matériel

Trente-neuf mots ont été sélectionnés à partir de la base de mots français Manulex-Infra (Lété et al., 2004). La fréquence moyenne des mots était de 110 occurrences par million (ET = 169), le nombre moyen de syllabes était de 2 (ET = 0.5) et le nombre moyen de lettres était de 7 (ET = 1.5). Toutes les premières syllabes des mots cible étaient différentes. Pour éviter une éventuelle inhibition latérale lexicale par un voisin syllabique plus fréquent (Carreiras & Perea, 2002 ; Mathey, Zagar, Doignon, & Seigneuric, 2006 ; chez l'enfant: Castles et al., 2007), chaque mot choisi était le plus fréquent parmi les mots commençant

par cette syllabe. Trente-neuf pseudomots ont été créés pour la tâche go/no-go en changeant une ou deux lettres d'un mot existant (e.g. GITANE était changé en GICANE). Le nombre moyen de syllabes était de 2 (ET = 0.5) et le nombre moyen de lettres était de 7 (ET = 1.5). Toutes les cibles étaient présentées visuellement.

Quatre types d'amorce auditive étaient préparés pour chaque cible (voir Annexe B). Les amorces étaient des fragments créés à partir du début du mot. La plupart des amorces étaient des pseudomots ou des mots dont la fréquence était inférieure à 3 occurrences par million. Ces amorces mot ont été considérées comme des pseudomots puisque les élèves ont été rarement exposés à ces mots. Seules quelques amorces avaient une fréquence supérieure à 3 occurrences par million (voir Tableau 5). Dans la condition identité, l'amorce était identique au début de la cible mot (e.g., /brə/-BREBIS). Dans la condition variation 1 trait, le premier phonème de l'amorce variait d'un trait phonétique par rapport au premier phonème de la cible (e.g., /prə/-BREBIS). Dans la condition variation multi-trait, le premier phonème de l'amorce variait de plus d'un trait phonétique par rapport au premier phonème de la cible (e.g., /frə/-BREBIS). Dans la condition non-reliée, tous les phonèmes de l'amorce étaient différents de ceux du début du mot cible (e.g., /sta/-BREBIS). La fréquence des amorces, le nombre moyen des lemmes commençant par l'amorce (cohorte), le nombre moyen d'amorces mot (Manulex-Infra, Lété et al., 2004) et la durée des amorces étaient contrôlées à travers les conditions (voir Tableau 5). Toutes les unités auditives étaient prononcées par un homme de langue maternelle française et ont été enregistrées numériquement (Protools HD V6.9.2, 16 bit, 44.1 kHz) dans un studio d'enregistrement professionnel. Il est à noter que tous les stimuli auditifs ont été enregistrés en gardant le contexte du signal (e.g., /brəbi/, /prəbi/, /frəbi/ and /stabi/). Les fragments ont été découpés à l'aide d'un logiciel (Praat version 5.1.04).

Tableau 5 : Etude 2 - Caractéristiques des amorces non-reliée (NR), identité (ID), variation 1 trait (VIT), variation multi-trait (VMT).

Conditions d'amorçage	Fréq Syll (occ/mil: moy (ET))	Cohorte (nb: moy (ET))	Amorces M et PM (nb: PM - M<3 - M>3)	Durée amorces (ms: moy (ET))
NR	443 (1011)	63 (162)	26 - 6 - 6	311 (43)
ID	431 (934)	72 (154)	24 - 10 - 4	304 (51)
VIT	334 (918)	62 (150)	19 - 13 - 6	303 (64)
VMT	337 (817)	59 (123)	28 - 5 - 5	301 (59)
Différence entre les conditions	$F < 1$ <i>ns</i>	$F < 1$ <i>ns</i>	$\chi^2 (6, N = 152) = 7.19$ <i>ns</i>	$F < 1$ <i>ns</i>

Note: Fréq Syll, Fréquence des Syllabes amorce ; PM, Pseudomot ; M, Mot; occ/mil, occurrence par million ; moy, moyenne ; ET, écart type ; nb, nombre ; M < 3, Mot dont la fréquence est inférieure à 3 ; M > 3, Mot dont la fréquence est supérieure à 3.

Chaque cible visuelle était associée à chacune des différentes amorces. Quatre versions de l'expérience ont été créées pour qu'aucun des participants ne traite deux fois la même cible. Pour éviter que les participants ne mettent en place des stratégies d'anticipation qui pourraient conduire à des effets facilitateurs (Hamburger & Slowiaczek, 1996; McQueen & Sereno, 2005) lors de la reconnaissance des mots, 188 paires amorce-cible non-relées (la moitié était des mots, l'autre moitié était des pseudomots) ont été ajoutées aux listes d'items afin de réduire la proportion des paires amorce identité-cible mot (e.g., /brə/-BREBIS) à 8% et de réduire la proportion des paires amorce variation-cible mot (e.g., /prə/-BREBIS et /frə/-BREBIS) à 16%. De plus, l'information phonologique partagée entre amorces et cibles était partielle (la proportion moyenne de phonèmes partagés entre l'amorce identité et la cible était de 52%).

Procédure

Les participants étaient testés dans une pièce isolée de leur école. Ils étaient assis devant un ordinateur Dell latitude 131L et portaient un casque audio. La session durait environ trente minutes. La programmation de l'expérience avait été faite à l'aide du logiciel E-

prime. Les participants réalisaient une session d'entraînement de 15 essais avant de commencer la session expérimentale qui consistait en une des quatre versions expérimentales. Chaque essai consistait en la présentation successive d'une croix de fixation située au centre de l'écran (800 ms) suivie immédiatement de l'amorce auditive puis après un intervalle inter stimuli (ISI) de 50 ms, apparaissait la cible visuelle au centre de l'écran jusqu'à ce que les participants répondent ou pour une durée maximale de 3000 ms. La tâche étant une go/no-go, les élèves avaient pour consigne d'appuyer le plus rapidement possible avec l'index de leur main dominante sur le bouton du boîtier réponse (SR box) lorsqu'ils reconnaissaient un vrai mot et de ne pas appuyer lorsque le mot était un faux mot. Tous les essais étaient suivis d'un écran blanc (500 ms) marquant la fin d'un essai. Après chaque série de 20 essais, une pause était proposée. L'ordre de présentation des items était aléatoire. Les latences étaient mesurées à partir du début de la présentation de la cible jusque la réponse du participant.

Résultats

Les latences et les erreurs ont été collectées et analysées. L'analyse des latences incluait uniquement les temps de réponse des mots cible. Le taux d'erreurs global était de 7,70 %. La latence moyenne et le taux d'erreur pour chaque condition d'amorçage sont donnés dans le Tableau 6. Les analyses de variance (ANOVA) ont été conduites par participant (F_1) et par item (F_2) avec pour facteur inter-participant le niveau scolaire (CE1, CM2) et pour facteur intra-participant la condition d'amorçage (identité, variation 1 trait, variation multi-trait, non-reliée).

Tableau 6 : Etude 2 - Amorçage inter-modal - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en condition d'amorçage non-reliée (NR), identité (ID), variation 1 trait (V1T), variation multi-trait (VMT) pour les CE1 et CM2.

Type d'item	CE1		CM2	
	Latence (ET)	Erreur (ET)	Latence (ET)	Erreur (ET)
NR	1451 (366)	9.94 (12.53)	930 (192)	4.89 (9.29)
ID	1351 (291)	5.89 (7.00)	868 (167)	5.22 (8.37)
V1T	1430 (348)	11.94 (11.21)	940 (190)	6.2 (9.90)
VMT	1464 (363)	10.21 (10.57)	924 (173)	7.11 (9.59)

Note. Ecartype entre parenthèses.

Analyse des données CE1 et CM2

Latences

L'analyse des latences indique un effet principal du niveau scolaire ($F_1(1,85) = 88.88, p < .001, \eta_p^2 = .51$; $F_2(1,76) = 152.98, p < .001, \eta_p^2 = .67$), les CM2 répondent plus rapidement que les CE1 (respectivement, 915 ms et 1424 ms). Nous avons également obtenu un effet principal de la condition d'amorçage ($F_1(3,255) = 8.44, p < .001, \eta_p^2 = .09$; $F_2(3,228) = 6.83, p < .001, \eta_p^2 = .08$) mais pas d'interaction entre le niveau scolaire et la condition d'amorçage ($F_1 < 1$; $F_2(3,228) = 1.77, p = .15$). Une analyse, niveaux confondus, indique un effet de la condition d'amorçage ($F_1(3,258) = 8.49, p < .001, \eta_p^2 = .09$; $F_2(1,231) = 6.76, p < .001, \eta_p^2 = .08$). Les comparaisons planifiées montrent que les latences en conditions reliées considérées ensemble tendent à être réduites comparées à la condition non-reliée pour l'analyse par participant ($F_1(1,86) = 3.73, p = .056$; $F_2(1,77) = 1.02, p = .31$). Les mots sont reconnus plus rapidement en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble, $F_1(1,86) = 27.66, p < .001, \eta_p^2 = .24$; $F_2(1,77)$

= 18.39, $p < .001$, $\eta_p^2 = .19$ (respectivement, 1112 ms et 1192 ms). En revanche, les latences en condition variation 1 trait ne sont pas significativement différentes des latences en condition variation multi-trait, $F_S < 1$.

Erreurs

L'analyse des erreurs indique un effet principal du niveau scolaire ($F_1(1,85) = 7.18$, $p = .009$, $\eta_p^2 = .08$; $F_2(1,76) = 6.03$, $p = .016$, $\eta_p^2 = .07$), les CM2 font moins d'erreurs que CE1 (respectivement, 5.85% et 9.50%). Nous avons également obtenu un effet principal de la condition d'amorçage pour l'analyse par participant et une tendance pour l'analyse par item ($F_1(3,255) = 2.77$, $p = .042$, $\eta_p^2 = .03$; $F_2(3,228) = 2.53$, $p = .058$) mais pas d'interaction entre le niveau scolaire et la condition d'amorçage ($F_1(3,255) = 1.43$, $p = .23$; $F_2(3,228) = 1.67$, $p = .17$). Une analyse, niveaux confondus, indique un effet de la condition d'amorçage pour l'analyse par participant et une tendance pour l'analyse par item ($F_1(3,258) = 2.79$, $p = .041$, $\eta_p^2 = .03$; $F_2(1,231) = 2.51$, $p = .060$). Les *comparaisons planifiées* indiquent que les erreurs ne sont pas significativement différentes en conditions reliées considérées ensemble comparées à la condition non-reliée ($F_S < 1$). Les mots sont mieux reconnus en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble, $F_1(1,86) = 9.26$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .10$; $F_2(1,77) = 5.88$, $p = .018$, $\eta_p^2 = .07$ (respectivement, 5.56% et 8.89%). En revanche, les erreurs en condition variation 1 trait ne sont pas significativement différentes des erreurs en condition variation multi-trait, $F_S < 1$.

Bien que les interactions entre le niveau scolaire et la condition d'amorçage ne soient pas significatives, des analyses en fonction du niveau scolaire ont été réalisées afin de vérifier notre hypothèse à savoir que le système de traitement des mots écrits est plus profondément relié au système de traitement du langage oral chez les CM2 que chez les CE1.

Analyse des données CE1

Latences

L'analyse des latences montre un effet principal de la condition d'amorçage ($F_1(3,129) = 5.05, p = .002, \eta_p^2 = .11$; $F_2(3,114) = 5.32, p = .002, \eta_p^2 = .12$). Les *comparaisons planifiées* indiquent que les latences en conditions reliées considérées ensemble tendent à être réduites comparées à la condition non-reliée pour l'analyse par participant, $F_1(1,43) = 2.54, p = .059$; $F_2(1,38) = 1.54, p = .11$ (respectivement, 1415 ms et 1451 ms). Les mots sont reconnus plus rapidement en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble, $F_1(1,43) = 17.33, p < .001, \eta_p^2 = .29$; $F_2(1,38) = 11.53, p < .001, \eta_p^2 = .23$ (respectivement, 1415 ms et 1447 ms). Les latences montrent une tendance à être plus courtes en condition variation 1 trait qu'en condition variation multi-trait dans l'analyse par item, $F_1 < 1$; $F_2(1,38) = 2.69, p = .054$ (respectivement, 1430 ms et 1464 ms).

Erreurs

L'analyse des erreurs montre un effet principal de la condition d'amorçage, $F_1(3,129) = 3.65, p = .014, \eta_p^2 = .08$; $F_2(3,114) = 2.97, p = .035, \eta_p^2 = .07$. Les *comparaisons planifiées* indiquent qu'il n'y a pas de différence significative des taux d'erreurs entre les conditions reliées considérées ensemble et la condition non-reliée ($F_s < 1$) mais montrent un taux d'erreurs plus faible en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble, $F_1(1,43) = 13.00, p < .001, \eta_p^2 = .23$; $F_2(1,38) = 6.88, p = .006, \eta_p^2 = .15$ (respectivement, 5.89% et 11.07%). En revanche, les taux d'erreurs dans les conditions variation 1 trait et variation multi-trait ne sont pas significativement différents, $F_1 < 1$; $F_2(1,38) = 1.01, p = .16$.

Analyse des données CM2

Latences

L'analyse des latences montre un effet principal de la condition d'amorçage ($F_1(3,126) = 4.04, p = .009, \eta_p^2 = .09$; $F_2(3,114) = 2.99, p = .034, \eta_p^2 = .07$). Les *comparaisons planifiées* n'indiquent pas de différence significative entre les latences en conditions reliées considérées ensemble et la condition non-reliée, $F_1(1,42) = 1.18, p = .28$; $F_2 < 1$. Les mots sont reconnus plus rapidement en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble, $F_1(1,42) = 10.40, p = .002, \eta_p^2 = .20$; $F_2(1,38) = 6.87, p = .012, \eta_p^2 = .15$ (respectivement, 868 ms et 932 ms). Les latences ne montrent pas de différence significative entre condition variation 1 trait et condition variation multi-trait, $F_1 < 1$; $F_2(1,38) = 1.69, p = .20$.

Erreurs

L'analyse des erreurs ne montre pas d'effet principal de la condition d'amorçage, $F_S < 1$. Les *comparaisons planifiées* n'indiquent aucune différence significative des taux d'erreurs entre les différentes conditions, $F_S < 1$.

Discussion Expérience 3

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'implication du code phonologique du langage oral dans la reconnaissance des mots familiers écrits et d'examiner quel est le format de l'unité phonologique (phonème vs trait phonétique) impliquée dans la reconnaissance de mots chez des lecteurs débutants et plus avancés dans l'apprentissage de la lecture. Pour cela, nous avons mené une expérience en amorçage inter-modal dans laquelle les amorces étaient auditives et les cibles visuelles chez des CE1 et CM2. Pour déterminer le format de l'unité phonologique impliquée dans la reconnaissance de mots familiers, nous avons manipulé le nombre de traits phonétiques partagés entre l'amorce et le mot cible. Les amorces étaient de quatre types, identiques au début du mot (e.g., /brə/-BREBIS), variaient d'un trait phonétique sur le premier phonème (e.g., /prə/-BREBIS),

variaient de plus d'un trait sur le premier phonème (e.g., /fRə/-BREBIS) et non-relies (e.g., /sta/-BREBIS).

Les résultats indiquent que la reconnaissance visuelle de mots familiers bénéficie de l'activation des représentations phonologiques du langage oral par l'amorce identité (e.g., /bRə/-BREBIS) chez les CE1 et CM2. Cet effet d'amorçage est en faveur de l'hypothèse selon laquelle les représentations phonologiques engagées dans la reconnaissance des mots familiers sont celles impliquées dans le traitement du langage oral. Cette étude apporte donc la preuve de connexions, réalisées en temps réel et probablement de manière automatique (les conditions expérimentales favorisaient les processus automatiques), entre le système de traitement du langage écrit et le système de traitement du langage oral lors de la reconnaissance de mots écrits familiers chez des jeunes lecteurs, au moins à partir du CE1.

A notre connaissance, c'est la première fois que de tels résultats sont observés chez des jeunes lecteurs. Ce résultat est en lien avec de précédentes études réalisées chez l'adulte qui montrent que le système de reconnaissance de mots écrits est intimement connecté au système de traitement du langage oral (Ashby et al., 2009; Lukatela et al., 2001). Ces études révèlent que des représentations typiques du langage oral sont activées au cours de l'accès au lexique orthographique. Nos résultats sont également consistants avec de récentes études qui suggèrent une interaction très précoce entre les représentations orthographiques et phonologiques au cours de la reconnaissance des mots (Cornelissen et al., 2009; Wheat et al., 2010). Ces études montrent que les aires motrices de la parole sont activées au cours de l'accès au lexique orthographique suggérant l'activation de connexions ortho-phonologiques sous-lexicales au cours de la lecture silencieuse de mots familiers.

La seconde question porte sur le format des unités phonologiques impliquées dans la reconnaissance de mots. La reconnaissance des mots n'a pas bénéficié de la présentation des amorces variation 1 trait et variation multi-trait (e.g., /pRə/ et /fRə/) ni chez les lecteurs débutants ni chez les lecteurs avancés suggérant que la plus petite unité phonologique pertinente pour la reconnaissance des mots écrits est le phonème. Ce résultat contraste avec le résultat obtenu par Lukatela et al. (2001) qui montre une implication des traits phonétiques (voir également Rack et al., 1994). Cette différence est surprenante car nos conditions expérimentales étaient idéales pour révéler l'implication des traits phonétiques puisque nous avons utilisé un amorçage auditif et que le traitement de la parole est sensible aux traits phonétiques (voir Expérience 2). De plus, contrairement à nos prédictions, les CM2 ne semblent pas utiliser davantage les représentations typiques du langage oral à savoir les traits phonétiques comparés aux CE1. Il est possible que les CM2 ne soient encore suffisamment avancés dans leur apprentissage de la lecture pour montrer une implication des traits phonétiques.

Nos résultats sont congruents avec les propositions du Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011). En effet, ce modèle indique des connexions entre orthographe et phonologie lors de la reconnaissance de mots familiers. Ces connexions, au niveau sous-lexical, mettent en jeu la lettre et le phonème comme plus petites unités. Selon ce modèle, la nature de l'implication de la phonologie change au cours de l'acquisition de la lecture. Elle passe du recodage phonologique lent et intentionnel à un mécanisme rapide et automatique d'activation de la phonologie sous-lexicale, le processus « fine-grained ». Il est cependant à noter qu'une interprétation alternative peut être avancée. Le Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) inclut des connexions entre orthographe et phonologie du langage oral au niveau lexical. Même si le partage

entre l'amorce et la représentation lexicale était faible, il est possible que nos amorces aient activé partiellement les représentations phonologiques lexicales comme le proposent les modèles de perception du langage oral (Cohort II de Marslen-Wilson, 1987, 1989, 1990 ; Marslen-Wilson & Warren, 1994 ; TRACE de McClelland & Elman, 1986). Dans ce cas, étant donné que le traitement du langage oral fait intervenir les traits phonétiques (Expérience 2), nous aurions dû obtenir une facilitation de la reconnaissance des mots écrits dans la condition variation 1 trait. Il est donc peu probable qu'une telle activation au niveau lexical ait eu lieu, cependant étant donné que nous ne pouvons d'emblée écarter cette possibilité, nous avons voulu vérifier le format phonologique utilisé par le système de reconnaissance auditive de mots dans les mêmes conditions expérimentales mais en modalité auditive (Expérience 4).

2.1.2.2. Expérience 4 - Reconnaissance de mots parlés familiers

Introduction

Dans cette Expérience 4, nous avons souhaité examiner si la plus petite unité phonologique engagée lors de la reconnaissance des mots parlés dans une expérience en amorçage auditif est le trait phonétique comme nous l'avions observé pour le traitement des pseudomots parlés dans l'Expérience 2. Nous avons donc réalisé la même expérience que l'Expérience 3 mais en amorçage unimodal auditif.

Nos hypothèses sont identiques à celles émises à l'Expérience 3, à savoir, si la reconnaissance des mots parlés implique les représentations phonémiques, la condition identité devrait mener à des latences plus courtes comparée aux deux conditions variation. Les latences des deux conditions variation ne devraient pas afficher de différence puisque les deux types d'amorce partagent le même nombre de phonèmes avec la cible. De manière alternative, si la reconnaissance des mots parlés implique les traits phonétiques, la condition variation un trait devrait montrer des latences plus courtes que la condition variation multi-trait puisque le nombre de traits partagés entre l'amorce et la cible est plus grand dans la condition variation un trait que variation multi-trait.

Méthode

Participants

Quarante-deux élèves de CE1 et 45 élèves de CM2 ont participé à l'expérience. L'âge moyen des CE1 était de 7 ans ; 10 mois (ET = 5 mois), celui des CM2 était de 10 ans ; 9 mois (ET = 5 mois). Le niveau de lecture des participants a été évalué à l'aide du test standardisé « l'Alouette » (Levafrais, 1967). L'âge moyen en lecture des CE1 était de 8 ans ; 5 mois (ET = 11 mois) et celui des CM2 était de 11 ans ; 3 mois (ET = 15 mois). Les

élèves ont été testés avec un test de discrimination phonologique (ELDP; Macchi et al., 2012) et montraient une audition normale.

Matériel

Le matériel était le même que le matériel construit pour l'Expérience 3 à deux différences près. Premièrement, les cibles étaient auditives. Deuxièmement, huit mots cible de la première expérience ont été remplacés par huit autres mots cible. En effet, comme pour la première expérience, nous voulions sélectionner le mot le plus fréquent commençant par chacune des syllabes retenues. Étant donné qu'il n'existe pas de base de données de la fréquence des mots parlés chez les enfants, pour cette seconde expérience, nous avons estimé la fréquence des mots cible en calculant la moyenne entre la fréquence du mot écrit chez l'enfant (Manulex Infra ; Lété et al., 2004) et la fréquence du mot parlé chez l'adulte (Lexique 3 ; New et al., 2004). Tous les mots cible sélectionnés pour la première expérience étaient estimés les plus fréquents à l'exception de ces huit mots qui ont été remplacés par le mot estimé le plus fréquent (e.g., /pRopR/ était remplacé par /pRoblEm/ ; voir Annexe B). Les cibles ont été prononcées par une femme de langue maternelle française. La durée moyenne des cibles était de 486 ms (ET = 120).

Procédure

La procédure était la même que dans la première expérience à cette exception près que les cibles étaient auditives.

Résultats

Les analyses ont été réalisées sur les latences et les erreurs provenant du traitement des mots uniquement. Les mots pour lesquels le taux d'erreurs excédait 55% ont été écartés de l'analyse (voir Annexe B). Le taux global d'erreurs est de 10.12%. Les latences moyennes et les taux d'erreurs moyens sont reportés dans le Tableau 7. Les analyses de variance

(ANOVA) ont été conduites par participant (F_1) et par item (F_2) avec pour facteur inter-participant le niveau scolaire (CE1, CM2) et pour facteur intra-participant la condition d'amorçage (identité, variation 1 trait, variation multi-trait, non-reliée).

Tableau 7 : Etude 2 - Amorçage auditif - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en condition d'amorçage non-reliée (NR), identité (ID), variation 1 trait (V1T), variation multi-trait (VMT) pour les CE1 et CM2.

Type d'item	CE1		CM2	
	Latence (ET)	Erreur (ET)	Latence (ET)	Erreur (ET)
NR	1152 (177)	13.26 (14.51)	1072 (226)	9.37 (10.65)
ID	1087 (153)	5.25 (6.84)	988 (172)	8.15 (10.67)
V1T	1111 (170)	11.14 (14.26)	1053 (192)	9.71 (10.36)
VMT	1166 (230)	10.21 (10.57)	1051 (204)	12.20 (10.15)

Note. Ecartype entre parenthèses.

Analyse des données CE1 et CM2

Latences

L'analyse des latences indique un effet principal du niveau scolaire ($F_1(1,85) = 6.26, p = .014, \eta_p^2 = .07$; $F_2(1,69) = 19.51, p < .001, \eta_p^2 = .22$), les CM2 répondent plus rapidement que les CE1 (respectivement, 1041 ms et 1129 ms). Nous avons également obtenu un effet principal de la condition d'amorçage ($F_1(3,255) = 7.29, p < .001, \eta_p^2 = .08$; $F_2(3,207) = 8.03, p < .001, \eta_p^2 = .10$) mais pas d'interaction entre le niveau scolaire et la condition d'amorçage ($F_1 < 1$; $F_2(3,207) = 1.50, p = .21$). Les comparaisons planifiées, niveaux scolaires confondus, indiquent que la reconnaissance des mots est plus rapide en conditions reliées considérées ensemble comparées à la condition non-reliée, $F_1(1,86) = 6.45, p = .013, \eta_p^2 = .07$; $F_2(1,70) = 9.82, p = .002, \eta_p^2 = .12$ (respectivement, 1075 ms et 1111 ms). Les latences sont plus réduites en condition identité comparée aux conditions variation, $F_1(1,86) = 15.51, p < .001, \eta_p^2 = .15$; $F_2(1,70) = 12.34, p < .001, \eta_p^2 =$

.15 (respectivement, 1036 ms et 1094 ms). En revanche, il n'y avait pas de différence significative entre les conditions variation 1 trait et variation multi-trait, $F_1(1,86) = 1.72, p = .19$; $F_2(1,70) = 1.92, p = .17$.

Erreurs

L'analyse des erreurs indique un effet principal de la condition d'amorçage ($F_1(3,255) = 4.29, p = .006, \eta_p^2 = .05$; $F_2(3,207) = 5.29, p = .002, \eta_p^2 = .07$) mais pas d'effet principal du niveau scolaire ($F_S < 1$), ni d'interaction entre le niveau scolaire et la condition d'amorçage ($F_1(3,255) = 1.54, p = .20$; $F_2(3,207) = 1.05, p = .37$). Les *comparaisons planifiées*, niveaux scolaires confondus, indiquent qu'il n'y a pas moins d'erreurs en conditions reliées considérées ensemble comparées à la condition non-reliée, $F_1(1,86) = 1.22, p = .27$; $F_2(1,70) = 2.22, p = .14$. En revanche, les erreurs étaient réduites en condition identité comparée aux conditions variation, $F_1(1,86) = 13.62, p < .001, \eta_p^2 = .14$; $F_2(1,70) = 11.22, p = .001, \eta_p^2 = .14$ (respectivement, 6.73% et 11.24%) mais ne montrent pas de différence significative entre les conditions variation 1 trait et variation multi-trait, $F_1 < 1$; $F_2(1,70) = 1.37, p = .24$.

Bien que les interactions entre le niveau scolaire et la condition d'amorçage ne soient pas significatives, des analyses en fonction du niveau scolaire ont été réalisées comme dans l'Expérience 3.

Analyse des données CEI

Latences

L'analyse des latences montre un effet principal de la condition d'amorçage ($F_1(3,123) = 4.46, p = .005, \eta_p^2 = .10$; $F_2(3,102) = 5.59, p = .001, \eta_p^2 = .14$). Les *comparaisons planifiées* indiquent que les latences en conditions reliées considérées ensemble tendent à être réduites comparées à la condition non-reliée pour l'analyse par participant et sont significativement réduites pour l'analyse par item, $F_1(1,41) = 3.37, p = .073$; $F_2(1,34) =$

4.78, $p = .036$, $\eta_p^2 = .01$ (respectivement, 1121 ms et 1152 ms). Les mots sont reconnus plus rapidement en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble, $F_1(1,41) = 5.60$, $p = .023$, $\eta_p^2 = .12$; $F_2(1,34) = 6.14$, $p = .018$, $\eta_p^2 = .15$ (respectivement, 1087 ms et 1138 ms). Les latences sont plus courtes en condition variation 1 trait qu'en condition variation multi-trait, $F_1(1,41) = 4.11$, $p = .049$, $\eta_p^2 = .09$; $F_2(1,34) = 5.85$, $p = .021$, $\eta_p^2 = .15$ (respectivement, 1111 ms et 1166 ms).

Erreurs

L'analyse des erreurs montre un effet principal de la condition d'amorçage, $F_1(3,123) = 3.36$, $p = .014$, $\eta_p^2 = .08$; $F_2(3,102) = 4.85$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .12$. Les *comparaisons planifiées* indiquent qu'il n'y a pas de différence significative des taux d'erreurs entre les conditions reliées considérées ensemble et la condition non-reliée ($F_1(1,41) = 2.85$, $p = .098$; $F_2(1,34) = 3.87$, $p = .057$) mais montrent un taux d'erreurs plus faible en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble, $F_1(1,41) = 12.66$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .24$; $F_2(1,34) = 12.74$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .27$ (respectivement, 5.22% et 11.55%). En revanche, les taux d'erreurs dans les conditions variation 1 trait et variation multi-trait ne sont pas significativement différents, $F_s < 1$.

Analyse des données CM2

Latences

L'analyse des latences montre un effet principal de la condition d'amorçage ($F_1(3,132) = 3.89$, $p = .011$, $\eta_p^2 = .08$; $F_2(3,105) = 3.78$, $p = .013$, $\eta_p^2 = .10$). Les *comparaisons planifiées* indiquent que les latences en conditions reliées considérées ensemble tendent à être réduites comparées à la condition non-reliée pour l'analyse par participant et sont significativement réduites pour l'analyse par item, $F_1(1,44) = 3.26$, $p = .078$; $F_2(1,35) = 4.92$, $p = .033$, $\eta_p^2 = .12$ (respectivement, 1031 ms et 1072 ms). Les mots sont reconnus plus rapidement en condition identité comparée aux conditions variation considérées

ensemble, $F_1(1,44) = 10.09$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .19$; $F_2(1,35) = 6.02$, $p = .019$, $\eta_p^2 = .15$ (respectivement, 988 ms et 1052 ms). En revanche, les latences ne sont pas significativement différentes en condition variation 1 trait comparée à la condition variation multi-trait, $F_S < 1$.

Erreurs

L'analyse des erreurs ne montre pas d'effet principal de la condition d'amorçage, $F_1(3,132) = 1.47$, $p = .22$; $F_2(3,105) = 1.39$, $p = .25$. Les *comparaisons planifiées* indiquent qu'il n'y a pas de différence significative des taux d'erreurs entre les conditions reliées considérées ensemble et la condition non-reliée ($F_S < 1$) mais montrent une tendance à un taux d'erreurs plus faible en condition identité comparée aux conditions variation considérées ensemble pour l'analyse par participant, $F_1(1,44) = 2.87$, $p = .097$; $F_2(1,35) = 2.37$, $p = .13$ (respectivement, 8.15% et 10.96%). En revanche, les taux d'erreurs dans les conditions variation 1 trait et variation multi-trait ne sont pas significativement différents, $F_1(1,44) = 1.35$, $p = .25$; $F_2(1,35) = 1.21$, $p = .28$.

Discussion Expérience 4

L'Expérience 4 a pour objectif d'examiner si la reconnaissance auditive des mots est sensible au format trait phonétique (Expérience 2) dans des conditions d'amorçage auditif. Nous avons donc réalisé une expérience en amorçage reprenant les mêmes conditions expérimentales que celles de l'Expérience 3 mais en modalité auditive. Nous avons manipulé le nombre de traits phonétiques partagés entre l'amorce fragment et le mot cible. Chaque mot cible (e.g., /bRəbi/) était amorcé par une amorce identique au début du mot (e.g., /bRə/), une amorce qui variait d'un trait phonétique sur le premier phonème (e.g., /pRə/), une amorce qui variait de plus d'un trait sur le premier phonème (e.g., /fRə/) et une amorce non-reliée (e.g., /sta/).

Les résultats de l'Expérience 4 indiquent que pour les deux niveaux scolaires, la reconnaissance auditive des mots bénéficie de la présentation de l'amorce identité. Les *comparaisons planifiées* par niveau scolaire indiquent que seules les latences des CE1 montrent un effet du trait phonétique. La reconnaissance des mots est facilitée par l'amorce phonétiquement proche du mot (variation 1 trait) contrairement à l'amorce phonétiquement plus éloignée (variation multi-trait). Les latences au CM2 ne montrent pas d'effet du trait phonétique suggérant un traitement prenant en compte le format phonémique. Les erreurs au CE1 et au CM2 ne montrent pas d'effet du trait phonétique.

Les résultats chez les CE1 confirment l'interprétation émise dans la discussion de l'Expérience 3 (version inter-modal de l'expérience) selon laquelle les connexions entre orthographe et phonologie sont sous-lexicales. Si l'activation des représentations phonologiques se situait au niveau lexical, les CE1 dans l'Expérience 3 auraient également bénéficié de l'amorçage variation 1 trait. Or, la reconnaissance des mots écrits ne bénéficiaient que de l'amorçage identité. Il est peu probable que dans cette expérience, nos amorces aient activé de manière efficace les représentations phonologiques lexicales. En effet, nos amorces sont des pseudomots fragments partageant peu d'information avec le mot cible et nos conditions expérimentales ne permettent pas de faire le lien entre l'amorce et la cible et de mettre en place une réponse stratégique en anticipant le mot cible. De plus, les taux d'erreurs montrent qu'il n'y a pas d'ambiguïté pour la variation 1 trait. Plus encore, dans ce cas, les CM2 aurait dû montrer également un bénéfice de l'amorçage variation 1 trait. Il est très probable que nos amorces aient activé de manière efficace uniquement les représentations phonologiques sous-lexicales. La reconnaissance des mots parlés semble avoir bénéficié de l'activation des représentations des traits phonétiques chez les CE1 et des représentations des phonèmes chez les CM2.

Selon nos résultats, la reconnaissance des mots parlés chez les CE1 s'appuie sur un format trait phonétique alors que chez les CM2, elle s'appuie sur un format phonémique. Cette différence peut être due à des effets orthographiques affectant le traitement de la parole chez les CM2. Deux phénomènes peuvent expliquer l'implication d'un format phonémique dans le traitement du langage oral chez les CM2. Soit l'apprentissage de la lecture et de l'écriture modifie la nature même des représentations phonologiques en les restructurant (Castro-Caldas, Petersson, Reis, Stone-Elander, & Ingvar, 1998 ; Morais, Cary, Alegria, & Bertelson, 1979 ; Muneaux & Ziegler, 2004 ; Perre, Pattamadilok, Montant, & Ziegler, 2009 ; Taft, 2006 ; Goswami, Ziegler, & Richardson, 2005 ; voir la théorie de la restructuration lexicale, Garlock, Walley, & Metsala, 2001 ; Metsala & Walley, 1998). Soit l'orthographe est activée en direct lors du traitement du mot parlé et altère de manière automatique la reconnaissance auditive des mots en agissant au niveau sous lexical et lexical (Perre et al., 2009 ; Perre & Ziegler, 2008 ; Ventura, Kolinsky, Pattamadilok, & Morais, 2008). Les résultats d'une étude en amorçage en modalité auditive vont dans ce sens (Schild, Röder, & Friedrich, 2011). Les amorces phonétiquement proches telles que /mon/ et /non/ sont traitées distinctement chez les jeunes lecteurs (CP) mais pas chez les pré-lecteurs. Les auteurs suggèrent que des interactions entre orthographe et phonologie interviennent au cours de la perception de la parole chez les jeunes lecteurs. Dans notre cas, le traitement phonémique pourrait être dû à une rétroaction orthographique efficace uniquement chez les CM2 (Ventura et al., 2008 ; Ziegler, Petrova, & Ferrand, 2008). L'amorce, via les représentations phonologiques, activerait les représentations orthographiques des lettres qui en retour activeraient les représentations phonémiques. Les représentations phonémiques correspondant aux phonèmes des amorces seraient alors plus largement activées. Ceci expliquerait pourquoi la reconnaissance du mot parlé /brəbi/ ne bénéficie que de l'amorce identité /brə/. La large

activation des phonèmes /p/ et /f/ consécutive à la présentation des amorces /pRə/ et /fRə/ ne serait pas utile à la reconnaissance du mot /bRəbi/. Nos résultats ne nous permettent pas de trancher entre ces deux éventualités. Il est même possible que ces deux phénomènes co-existent.

2.1.2.3. Discussion Etude 2

L'objectif de l'Expérience 3 est d'une part, de déterminer si les représentations phonologiques engagées dans la reconnaissance des mots écrits sont celles impliquées dans le traitement du langage oral chez des jeunes lecteurs et d'autre part, de déterminer le format des représentations phonologiques qui sont impliquées (phonème vs trait phonétique). Pour cela nous avons mené une tâche go/no-go en amorçage inter-modal chez lecteurs débutants (CE1) et avancés (CM2). Les amorces étaient des fragments auditifs dont on avait manipulé le nombre de traits phonétiques partagés avec la cible. Afin de déterminer le format des représentations phonologiques sur lesquelles s'appuie la reconnaissance de mots parlés dans le cas de l'amorçage, nous avons réalisé la même expérience mais en modalité auditive (Expérience 4).

Les patterns de réponse dans les deux expériences (Expérience 3 et Expérience 4) sont différents¹. L'Expérience 3 indique que la phonologie du langage oral peut intervenir dans la reconnaissance de mots écrits familiers et que le format pertinent est le phonème aussi

¹ Note. En dépit de la similarité des âges et des niveaux en lecture des participants entre les deux expériences ($F_s < 1$), nous n'étions pas en mesure de comparer directement les deux expériences. En effet, dans l'Expérience 3, les cibles étaient visuelles ce qui signifie que toute l'information orthographique était immédiatement disponible contrairement à l'Expérience 4 pour laquelle l'information phonologique était apportée de manière séquentielle. De plus, les lecteurs débutants (CE1) traitaient les mots écrits 30% plus lentement que les mots parlés et avec des écarts types deux fois plus élevés.

bien pour les CE1 que pour les CM2. En effet, seul l'amorçage en condition identité (e.g., /brə/-BREBIS) facilitait la reconnaissance des mots écrits. Les résultats de l'Expérience 4 indiquent que chez les CE1, le traitement du langage oral est sensible aux traits phonétiques : les conditions d'amorçage identité (e.g., /brə/-brəbi/) et variation 1 trait (e.g., /prə/-brəbi/) facilitaient la reconnaissance des mots parlés. Chez les CM2, le traitement du langage oral est sensible au format phonémique : seul l'amorçage en condition identité (e.g., /brə/-brəbi/) facilitait la reconnaissance des mots parlés. Les conditions expérimentales ne favorisant pas une activation lexicale et les patterns de résultats étant différents entre le traitement des mots écrits et le traitement des mots parlés au CE1, il est probable que la reconnaissance des mots écrits ait bénéficié de l'amorçage phonologique au niveau sous-lexical. Si la reconnaissance des mots écrits avait bénéficié d'une activation au niveau lexicale, nous aurions dû obtenir, chez les CE1, la même facilitation que celle obtenue pour le traitement du langage oral en condition d'amorçage variation 1 trait.

Nos résultats suggèrent que la reconnaissance des mots écrits familiers utilise des unités phonologiques abstraites telles que le phonème. Il semble donc que les connexions entre les représentations des lettres et celles des phonèmes soient bien établies dès le CE1. Notre étude, en utilisant un paradigme mesurant des processus en temps réel, a mis en évidence les connexions entre le système de traitement orthographique et le système de traitement de la parole au cours de la reconnaissance des mots écrits chez les jeunes lecteurs.

Concernant le traitement du langage oral, nos résultats montrent que celui-ci s'appuie sur les traits phonétiques chez les CE1. Chez les CM2, le fait que le phonème devienne l'unité pertinente pour le traitement des mots parlés suggère que des interactions entre le système de traitement orthographique et le système de traitement de la parole se sont développées au cours de l'apprentissage de la lecture. L'apprentissage de la lecture peut

avoir une influence sur les représentations phonologiques soit en les restructurant (Metsala & Walley, 1998), soit en agissant en direct lors du traitement de la parole (Ventura, Morais, & Kolinsky, 2007 ; Ventura et al., 2008).

Le Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger & Holcomb, 2009) et le Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) expliquent bien ces résultats. En effet, dans ces modèles, les connexions entre orthographe et phonologie sont établies au niveau lettre-phonème aussi bien chez le lecteur expert que chez les jeunes lecteurs. Cependant, le Modèle à Activation Interactive Bi-modal (Grainger & Holcomb, 2009) propose une distinction entre les phonèmes spécifiques du langage écrit impliqués dans la conversion graphème-phonème (interface O \Leftrightarrow P) et les unités phonologiques utilisées pour le traitement du langage oral (P-units). Il semble que cette distinction ne soit pas pertinente au moins pour les jeunes lecteurs. Le Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) ne fait pas cette distinction. Dans ce modèle, lors de la reconnaissance de mots écrits familiers, le processus « fine-grained » permet d'activer les phonèmes à partir des lettres ordonnées du mot. Aucune précision n'est apportée sur la nature des unités phonologiques activées.

2.1.3. Discussion Etudes 1 et 2

Les Etude 1 et Etude 2 ont mis en évidence l'utilisation des représentations phonologiques du langage oral dans le traitement silencieux de l'écrit chez des jeunes lecteurs et ont permis de déterminer le format de l'unité phonologique utilisée (résumé des résultats dans le Tableau 8). Dans l'Etude 1, menée chez des CE2 et CM2, une tâche de décision lexicale était réalisée. Les items d'intérêt étaient des pseudomots variant d'un ou trois traits phonétiques avec le mot de base. Les résultats sont identiques pour les deux niveaux scolaires et montrent un effet du trait phonétique. Les erreurs étaient plus nombreuses pour les pseudomots variation 1 trait indiquant que le rejet était plus difficile pour ces pseudomots par rapport aux pseudomots variation 3 traits. Il est probable que dans le cas de la variation 1 trait, la représentation phonologique du mot de base ait été activée par le pseudomot du fait de leur grande proximité phonétique (e.g., Connine et al., 1997 ; Marslen-Wilson & Welsh, 1978) générant ainsi une ambiguïté qui rend le rejet du pseudomot plus difficile (Dufau et al., 2012 ; Norris, 2006 ; Ratcliff et al., 2004). L'Etude 2, menée chez des CE1 et CM2, était une tâche go/no-go en amorçage inter-modal. Nous avons choisi de présenter les amorces de manière auditive afin d'éviter que l'activation de la phonologie ne dépende d'un processus orthographique lequel est encore en cours de développement chez les jeunes lecteurs. Les amorces étaient des fragments correspondant au début du mot cible. Les variations entre les conditions d'amorçage portaient sur le premier phonème (identité, variation un trait, variation multi-trait). Les cibles étaient des mots écrits familiers. Les résultats sont identiques pour les deux niveaux scolaires. Ils indiquent de manière univoque que la reconnaissance des mots écrits familiers a bénéficié de l'activation des représentations phonologiques du langage oral au niveau phonémique. Contrairement à ce qui a pu être montré dans d'autres études, les traits phonétiques n'interviennent pas (Abramson et Goldinger, 1997; Ashby, Sanders, & Kingston, 2009 ;

Ernestus & Mak, 2004 ; Lukatela et al., 2001 ; Lukatela, Eaton, Sabadini, & Turvey, 2004). Notre expérience étant en amorçage, ces résultats prouvent qu'au cours de la reconnaissance des mots écrits familiers, il y a une activation des connexions entre les représentations des lettres et les représentations des phonèmes.

Nos Expérience 2 et Expérience 4 sont des répliques des Expérience 1 et Expérience 3 mais en modalité auditive. Elles nous ont permis de vérifier que le traitement du langage oral chez les jeunes lecteurs se fait à des niveaux aussi fins que les traits phonétiques (e.g., Connine et al., 1997 ; Schild et al., 2011 ; Marslen-Wilson & Welsh, 1978). Cependant, dans l'Expérience 4, les CM2 ont montré une utilisation du format phonème dans la reconnaissance des mots parlés. Il est probable qu'à ce stade de l'apprentissage de la lecture, le système de reconnaissance des mots ait des représentations phonémiques mieux spécifiées (Castro-Caldas et al., 1998 ; Morais et al., 1979 ; Muneaux & Ziegler, 2004 ; Perre et al., 2009 ; Taft, 2006 ; Ziegler & Goswami, 2005 ; voir la théorie de la restructuration lexicale, Garlock, Walley, & Metsala, 2001 ; Metsala & Walley, 1998) ou/et qu'il ait mis en place des interactions en direct entre les représentations orthographiques et phonologiques ((Perre et al., 2009 ; Perre & Ziegler, 2008 ; Ventura et al., 2008 ; Ziegler & Muneaux, 2007). Nos études ne nous permettent pas de trancher entre ces deux possibilités.

Tableau 8 : Etude 1 et Etude 2 - Synthèse des résultats des expériences de 1 à 4

	Type d'item traité	Niveau Scolaire	Unité phonologique utilisée lors du traitement des items Phonème vs Trait phonétique (statistique de l'effet variation)	
			Latences	Erreurs
Etude 1				
Expérience 1 Décision Lexicale Visuelle	Pseudomot Exemple : <i>derrible</i> <i>jerrible</i> <i>(terrible)</i>	CE2 et CM2	Phonème $(F < 1)$	Trait phonétique $(F_1(1,75) = 17,26,$ $p < .001, \eta_p^2 = .19)$
Expérience 2 Décision Lexicale Auditive	Pseudomot Exemple : <i>/deRibl/</i> <i>/ʒeRibl/</i> <i>(/teRibl/)</i>	CE2 et CM2	Trait phonétique $(F_1(1,75) = 6,98,$ $p = .010, \eta_p^2 = .08)$	Trait phonétique $(F_1(1,75) = 93,42,$ $p < .001, \eta_p^2 = .55)$
Etude 2				
Expérience 3 Go/no-go Amorçage fragment Audio-Visuel	Mot Exemple : <i>/bRə/-BREBIS</i> <i>/pRə/-BREBIS</i> <i>/fRə/-BREBIS</i>	CE1 et CM2	Phonème $(F < 1)$	Phonème $(F < 1)$
Expérience 4 Go/no-go Amorçage fragment Audio-Audio	Mot Exemple : <i>/bRə/- /bRəbi/</i> <i>/pRə/- /bRəbi/</i> <i>/fRə/- /bRəbi/</i>	CE1 CM2	Trait phonétique $(F_1(1,41) = 4,11,$ $p = .049, \eta_p^2 = .09)$ Phonème $(F < 1)$	Phonème $(F < 1)$ Phonème $(F < 1)$

Nos résultats peuvent être expliqués dans le cadre du Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011). Dans ce modèle que ce soit pour le recodage phonologique ou pour le processus « fine-grained » de la reconnaissance de mots familiers, les plus petites unités phonologiques sous-lexicales utilisées sont les représentations phonémiques. Nos résultats permettent de préciser que ces représentations phonémiques sont celles utilisées par le système de traitement du langage oral.

2.1.4. En résumé

Le traitement silencieux du langage écrit fait intervenir les représentations phonologiques du langage oral chez les jeunes lecteurs. Que se soit pour le traitement des pseudomots ou pour la reconnaissance des mots familiers, le phonème est le format utilisé par le système de traitement de l'écrit. Dès le CE1, les connexions entre les représentations des lettres et celles des phonèmes sont fonctionnelles. Le traitement de l'écrit utilise des unités phonologiques plus abstraites (phonèmes) que celles utilisées pour le traitement des mots parlés (traits phonétiques). En revanche, il semble qu'après plusieurs années d'apprentissage de la lecture (CM2), le phonème devienne une unité sous-lexicale pertinente pour le traitement de la parole.

CHAPITRE 2

CONTRIBUTION DE LA PHONOLOGIE AU COURS DU DEVELOPPEMENT DU SYSTEME ORTHOGRAPHIQUE

2.2.1. Etude 3 – Evolution de la contribution de la phonologie en fonction de l'expérience en lecture

Introduction

Dans la première phase de l'apprentissage de la lecture, le code phonologique joue un rôle central dans le traitement de l'écrit. En effet, par le jeu du recodage phonologique, les représentations phonologiques sous-lexicales et lexicales sont activées par l'écrit ce qui permet de lire le mot nouveau. Lorsque les mots sont familiers, le code phonologie continue d'être impliqué même si la reconnaissance des mots se fait par un accès au lexique orthographique (Expérience 3 ; Booth et al., 1999 ; Ziegler et al., 2013). Cependant, chez les jeunes lecteurs, l'évolution de la contribution de la phonologie au cours du développement de la lecture lexicale est encore méconnue.

Certains auteurs ont avancé l'idée qu'avec le développement des processus d'accès au lexique orthographique, le recodage phonologique est abandonné pour les mots familiers. La phonologie verrait ainsi son rôle se réduire (Acha & Perea, 2008 ; Backman et al., 1984 ; Grainger et al., 2012 ; Share, 1995 ; Schmalz et al., 2013 ; Sprenger-Charolles & Casalis, 1995). Cependant, des études suggèrent que le code phonologique reste engagé dans la reconnaissance des mots familiers chez les jeunes lecteurs. Dans une étude en amorçage avec masque rétroactif, Booth et al., (1999) montrent que les lecteurs avancés bénéficient d'avantage de l'amorce phonologique (e.g., TUME-tomb) que les lecteurs moins avancés. Il semble donc que la contribution de la phonologie augmente avec l'expérience en lecture des jeunes enfants. Les auteurs suggèrent que l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques évolue conjointement au développement des processus orthographiques. Plus récemment, dans une expérience en amorçage sandwich, Ziegler et al. (2013) ont examiné le développement du processus orthographique « fine-grained » (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) en étudiant l'effet d'amorçage pseudohomophonique (e.g., naije-NEIGE) et du processus orthographique « coarse-grained » en étudiant l'effet lettres-transposées (e.g., cousre-COURSE). Les résultats suggèrent que l'activation rapide des représentations phonologiques par le processus « fine-grained » est précoce (dès la fin du CP) et reste constante jusqu'au CM2 alors que l'activation rapide des représentations orthographiques par traitement orthographique « coarse-grained » est croissant du CP au CM2. Les auteurs suggèrent que ces deux processus « fine-grained » et « coarse-grained » se développent de manière indépendante. Chez le lecteur expert, de nombreuses études ont clairement montré que l'activation phonologique ne disparaît pas lors de la reconnaissance de mots familiers et agit conjointement aux processus orthographiques qui sont, à ce stade, pleinement

développés (Brysbart, 2001 ; Ferrand & Grainger, 1992, 1993, 1994; Ziegler et al., 2000; pour une discussion voir Rastle & Brysbart, 2006). Tous ces résultats ne nous permettent pas d'avoir une idée claire de l'évolution de la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots familiers lorsque les processus orthographiques sont en cours de développement.

De nombreuses études ont exploré le développement des processus orthographiques. Par exemple, Zoccolotti et al. (2005) ont mis en évidence la diminution de l'effet de longueur du mot entre le CP et le CE2 et interprètent ce résultat comme étant le passage de la lecture par recodage phonologique à une lecture par accès au lexique orthographique. De manière consistante, Burani et al., (2002) ont rapporté un effet de fréquence dès le CE2 jusqu'au CM2. Cet effet de fréquence est supposé être le marqueur de l'utilisation de la lecture lexicale. Ce résultat montre que la procédure d'accès au lexique orthographique est déjà fonctionnelle au CE2. Par ailleurs, des études en amorçage masqué ont montré une évolution des effets lettres-transposées suggérant que le processus orthographique « coarse-grained » se met en place rapidement chez les lecteurs débutants et se développe au cours de l'apprentissage de la lecture. (Grainger et al., 2012 ; Ziegler et al., 2013 ; voir aussi Acha & Perea, 2008; Castles et al., 2007; mais aussi Lété & Fayol, 2013).

Le Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler , 2011) décrit les différents processus mis en œuvre au cours du traitement de l'écrit en fonction des étapes d'apprentissage de la lecture. Dans une phase initiale, le recodage phonologique permet de lire les premiers mots en accédant à leurs représentations phonologiques lexicales (Ehri, 1992; Ehri, Nunes, Stahl, & Willows, 2001 ; Perfetti, 1992), d'installer de manière concomitante, leurs représentations orthographiques

lexicales (Bowey & Muller, 2005; Share, 1995, 1999) et d'établir les connexions entre les représentations orthographiques et phonologiques sous-lexicales (Expérience 1 et Expérience 3). Le système de traitement en parallèle de la suite de lettres des mots se développe et deux processus se mettent en place : le processus « coarse-grained » et le processus « fine-grained » qui se développeraient conjointement. Cette idée de co-développement est en accord avec la proposition de Perfetti (1992) qui propose une augmentation de l'activation automatique de la phonologie lorsque l'expérience en lecture augmente (Booth et al., 2004 ; Booth, Perfetti, MacWhinney, & Hunt, 2000). Cependant, le Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse ne précise pas clairement comment évolue la contribution de la phonologie (activée par le processus « fine-grained ») lorsque le processus « coarse-grained » est en cours de développement.

Un problème inhérent aux études qui ont examiné la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots écrits lorsque les processus orthographiques sont en cours de développement est que la diminution de l'effet phonologique, interprétée comme une diminution de l'implication de la phonologie, pourrait être interprétée comme une amélioration de l'efficacité des processus orthographiques. Par exemple, la réduction des taux d'erreurs quand les enfants ont à rejeter des pseudomots dans une tâche de décision lexicale (Grainger et al., 2012) ne doit pas nécessairement signifier que les enfants utilisent moins l'information phonologique mais tout simplement que leurs représentations orthographiques sont mieux spécifiées. De même, les effets de pseudohomophonie dans les études en amorçage masqué visuel dépendent en partie de l'efficacité du traitement orthographique de l'amorce. Comme ce traitement évolue avec le développement de l'expérience en lecture, il est difficile d'attribuer l'évolution des effets phonologiques à la stricte évolution de la contribution de la phonologie. Une façon de contourner le traitement

orthographique des amorces est de présenter des amorces « purement » phonologiques c'est-à-dire auditives.

Cette Etude 3 a pour objectif d'examiner l'évolution de la contribution de la phonologie en fonction de l'expérience en lecture des jeunes lecteurs c'est-à-dire en fonction du développement des processus orthographiques. Pour cela, nous avons réalisé une expérience en amorçage inter-modal dans laquelle les amorces étaient auditives afin d'assurer une activation des représentations phonologiques tout en évitant de faire intervenir le code orthographique. Les cibles visuelles étaient précédées par une amorce phonologique identique (e.g., /lyn/ - LUNE) ou par une amorce non reliée (e.g., /bet/ - LUNE). L'expérience en lecture était manipulée à deux niveaux, 1) au niveau du développement général du système de traitement des mots, le facteur manipulé était le nombre d'années d'apprentissage c'est-à-dire le niveau scolaire (CE2 et CM2), 2) au niveau plus spécifique du traitement du mot, le facteur manipulé était la fréquence avec laquelle le mot est rencontré (mots fréquents et mots moins fréquents). Les niveaux scolaires ont été choisis sur la base des résultats issus des études s'intéressant au développement du processus orthographique chez les jeunes lecteurs et qui indiquent que l'accès au lexique orthographique est déjà fonctionnel au CE2. La contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots était examinée alors que l'accès au lexique chez ces jeunes lecteurs semble s'appuyer de manière prédominante sur un traitement orthographique.

Nos hypothèses sont les suivantes. Si la contribution de la phonologie est dépendante du développement du processus orthographique, deux cas de figure sont envisageables. Premier cas de figure : la contribution de la phonologie diminue lorsque le traitement

orthographique devient plus efficace (Backman et al., 1984 ; Coltheart, Laxon, Keating, & Pool, 1986) ; Schmalz et al., 2013; Seidenberg et al., 1984 ; Sprenger-Charolles & Casalis, 1995; Waters et al., 1984 ; Grainger et al., 2012). Dans ce cas, nous nous attendons, d'une part, à un effet d'amorçage phonologique plus important chez les CE2 que chez les CM2 et d'autre part, à un effet phonologique plus important pour les mots moins fréquents que pour les mots fréquents puisque les mots fréquents devraient être plus fortement reliés à un traitement orthographique. Deuxième cas de figure : la contribution de la phonologie augmente car le développement des connexions automatiques entre les représentations orthographiques et phonologiques est concomitant au développement de l'accès au lexique orthographique (Booth et al., 1999). Dans ce cas, nous nous attendons, d'une part, à un effet d'amorçage phonologique plus important chez les CM2 que chez les CE2 et d'autre part, à un effet phonologique plus important pour les mots fréquents que pour les mots moins fréquents. En revanche, si le traitement phonologique se développe indépendamment du traitement orthographique (Ziegler et al., 2013), la contribution phonologique devrait être stable quels que soient les niveaux scolaires et les fréquences.

Méthode

Participants

Quarante élèves de CE2 (âge moyen = 8 ans ; 9 mois, ET = 4 mois) et 37 élèves de CM2 (âge moyen = 10 ans ; 7 mois, ET = 4 mois) ont participé à cette étude. L'âge moyen de lecture des CE2 et des CM2 était respectivement 8 ans ; 8 mois (ET = 12 mois) et 11 ans ; 6 mois (ET = 20 mois) selon le test de lecture « l'Alouette » (Lefavrais, 1967).

Matériel

Deux séries de 40 mots de 4 à 8 lettres ont été sélectionnées à partir de la base de données Manulex Infra (Lété et al., 2004). Les mots étaient mono ou bi-syllabiques (nombre moyen des syllabes = 1.6, ET = 0.5). Une série était constituée de mots fréquents (fréquence moyenne = 198, ET = 91) et l'autre série était constituée de mots moins fréquents (fréquence moyenne = 42, ET = 14). La fréquence des mots a été calculée en additionnant les fréquences de tous les mots ayant la même orthographe (e.g., le nom « rouge » et l'adjectif « rouge »). Le nombre de syllabes (nombre moyen de syllabes pour les mots fréquents = 1,6 ; ET = 0,5 ; nombre moyen de syllabes pour les mots moins fréquents = 1,6 ; ET = 0,5), de lettres (nombre moyen de lettres pour les mots fréquents = 5,8 ; ET = 1 ; nombre moyen de lettres pour les mots moins fréquents = 5,8 ; ET = 1) et de phonèmes (nombre moyen de phonèmes pour les mots fréquents = 4,4 ; ET = 1 ; nombre moyen de phonèmes pour les mots moins fréquents = 4,3 ; ET = 0,9) ont été contrôlés entre les deux séries de mots. Les caractéristiques des mots cible en fonction de la fréquence sont résumées dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Etude 3 - Caractéristiques des mots cible en fonction de la fréquence

	Fréquence moyenne (ET)	Nombre moyen de syllabes (ET)	Nombre moyen de lettres (ET)	Nombre moyen de phonèmes (ET)
Mots fréquents	198 (91)	1.6 (0.5)	5.8 (1)	4.4 (1)
Mots moins fréquents	42 (14)	1.6 (0.5)	5.8 (1)	4.3 (0.9)

Chaque cible était associée à deux types d'amorce auditive : une amorce phonologique reliée (e.g., mot fréquent : /lyn/-LUNE ; mot moins fréquent : /zon/-ZONE) et une amorce contrôle non-reliée (e.g., /bet/-LUNE ; /lam/-ZONE) ne partageant pas de phonème à la

même position avec le mot cible (voir Tableau 10). La fréquence moyenne des amorces des mots fréquents était de 195 occurrences par million (ET = 89) et la fréquence moyenne des amorces des mots moins fréquents était de 42 occurrences par million (ET = 13). La durée moyenne des amorces auditives était de 398 ms (ET = 75).

Deux séries de 40 pseudomots étaient créées à partir de mots en changeant une lettre (e.g., ROIRE à partir du mot fréquent boire ; MIVE à partir du mot moins fréquent rive). Comme pour les mots cible, chaque pseudomot cible était associé à deux types d’amorce mot auditive (voir Tableau 10): une amorce phonologique reliée qui était le mot de base du pseudomot cible (e.g., fréquent : /bwaʀ/-ROIRE ; moins fréquent : /ʀiv/-MIVE) et une amorce contrôle non-reliée qui était un mot fréquent ou moins fréquent ne partageant pas de phonème à la même position avec le pseudomot cible (e.g., /plym/-ROIRE ; /kod/-MIVE). Deux versions de l’expérience étaient créées afin d’éviter la répétition des cibles. Chaque participant traitait une seule version. L’ordre de présentation des items était aléatoire. Pour la liste complète des cibles et amorces voir l’Annexe C.

Tableau 10 : Etude 3 - Exemple d’items utilisés pour chacune des conditions d’amorçage auditif (phonologique et non-reliée)

	Mots fréquents		Mots moins fréquents	
	phonologique	non-reliée	phonologique	non-reliée
Amorce-Cible mot Fréquence moyenne des amorces (ET)	/lyn/-LUNE 198 (91)	/bɛt/-LUNE 191 (87)	/zon/-ZONE 42 (14)	/lam/-ZONE 44 (14)
Amorce-Cible pseudomot Fréquence moyenne des amorces (ET)	/bwaʀ/-ROIRE 199 (90)	/plym/-ROIRE 191 (87)	/ʀiv/-MIVE 42 (13)	/kod/-MIVE 44 (14)

Procédure

Les participants étaient testés dans une pièce isolée de leur école. Ils étaient assis devant un ordinateur Dell latitude 131L et portaient un casque audio. La session durait environ trente minutes. La programmation de l'expérience avait été faite à l'aide du logiciel E-prime. Les participants réalisaient une session d'entraînement de 15 essais avant de commencer la session expérimentale qui consistait en une des deux versions expérimentales. Chaque essai consistait en la présentation successive d'une croix de fixation située au centre de l'écran (800 ms) suivie immédiatement de l'amorce auditive (durée moyenne de 398 ms) puis après un ISI de 50 ms, la cible visuelle apparaissait au centre de l'écran jusqu'à ce que les participants répondent ou pour une durée maximale de 3000 ms. La tâche était une décision lexicale.

Résultats

Les latences et les erreurs ont été collectées et analysées. L'analyse des latences inclut les temps de réponse correcte compris entre 300 et 3000 ms (moins de 0.01% des données ont été exclues) pour les mots cible uniquement. Le mot cible DRAP a un taux d'erreur de 55% en CE2 et a été retiré de l'analyse des données pour les CE2.

Effet phonologique en fonction de l'expérience en lecture

Les analyses de variance (ANOVA) ont été conduites par participant (F_1) et par item (F_2) avec pour facteur inter-participant le niveau scolaire (CE2, CM2) et pour facteur intra-participant la condition d'amorçage (phonologique, non-reliée) et la fréquence (mots fréquents, mots moins fréquents). Le résumé des données est donné dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Etude 3 - Latences moyennes (en ms) et taux d'erreurs (en %) en fonction de la fréquence des mots cible et des conditions d'amorçage pour les CE2 et CM2.

	CE2		CM2	
	Latence (ET)	Erreur (ET)	Latence (ET)	Erreur (ET)
<i>Mots cible moins fréquents</i>				
Condition phonologique	957 (184)	2.17 (4.20)	741 (159)	0.95 (1.99)
Condition non-reliée	1350 (307)	13.85 (11.77)	978 (148)	5.95 (5.51)
Effet d'amorçage phonologique	393***		237***	
<i>Mots cible fréquents</i>				
Condition phonologique	943 (198)	0.63 (2.02)	683 (128)	0.68 (1.73)
Condition non-reliée	1230 (282)	6.25 (8.30)	888 (153)	2.57 (4.66)
Effet d'amorçage phonologique	287***		205***	
<i>Effet fréquence en condition non-reliée</i>				
	120***		90***	

Note. ET, Ecart type ; *** $p < .001$

Latences

L'analyse des latences révèle un effet principal du groupe indiquant que les CM2 réalisent la tâche de décision lexicale plus rapidement que les CE2 (822 vs. 1120 ms, respectivement), $F_1(1,75) = 47,44, p < .001, \eta_p^2 = .39$; $F_2(1,155) = 354.47, p < .001, \eta_p^2 = .70$. Comme attendu, les résultats montrent un effet principal de la fréquence, les mots fréquents sont reconnus plus rapidement que les mots moins fréquents, (942 vs. 1012 ms, respectivement), $F_1(1,75) = 64.59, p < .001, \eta_p^2 = .46$; $F_2(1,155) = 21.14, p < .001, \eta_p^2 = .12$. Nous avons également obtenu un effet principal de la condition d'amorçage, la présentation de l'amorce phonologique facilite la reconnaissance des mots comparé à la condition non-reliée (835 vs. 1119 ms, respectivement), $F_1(1,75) = 404.17, p < .001, \eta_p^2 = .84$; $F_2(1,155) = 936.51, p < .001, \eta_p^2 = .86$. L'analyse des données révèle une interaction entre la condition d'amorçage et le niveau scolaire (taille de l'effet d'amorçage

phonologique en CE2 = 335 ms et en CM2 = 220 ms), $F_1(1,75) = 18.07, p < .001, \eta_p^2 = .19$; $F_2(1,155) = 37.15, p < .001, \eta_p^2 = .19$. Il y a également une interaction entre la fréquence et la condition d'amorçage (taille de l'effet d'amorçage phonologique pour les mots moins fréquents = 319 ms et pour les mots fréquents = 247 ms), $F_1(1,75) = 16.68, p < .001, \eta_p^2 = .18$; $F_2(1,155) = 16.12, p < .001, \eta_p^2 = .09$. De manière très intéressante, nous avons obtenu une triple interaction entre le niveau scolaire, la fréquence et la condition d'amorçage indiquant que les CE2 et les CM2 traitent différemment les mots moins fréquents et les mots fréquents, $F_1(1,75) = 4.81, p = .031, \eta_p^2 = .06$; $F_2(1,155) = 5.55, p = .019, \eta_p^2 = .03$.

Les ANOVAs réalisées par niveau scolaire révèlent une interaction entre la fréquence et la condition d'amorçage au CE2 ($F_1(1,39) = 14.03, p < .001, \eta_p^2 = .26$; $F_2(1,77) = 13.21, p < .001, \eta_p^2 = .15$) mais pas au CM2 ($F_1(1,36) = 3.45, p = .071$; $F_2(1,78) = 2.89, p = .093$). Au CE2, la taille de l'effet d'amorçage phonologique est plus grande pour les mots moins fréquents que pour les mots fréquents (respectivement 393 and 287 ms, $p < .001$) alors que pour les CM2 la taille de l'effet d'amorçage ne diffère pas de manière significative entre les mots moins fréquents et fréquents (respectivement 237 ms and 205 ms, $p = .093$).

Les comparaisons *post-hoc* effectuées à l'aide du test de *Scheffé* ont révélé que seuls les mots moins fréquents en CE2 montrent un effet d'amorçage phonologique plus important comparé aux mots fréquents en CE2 et aux mots fréquents et moins fréquents en CM2 ($p < .001$) lesquels ne montrent pas de différence significative entre eux ($ps > .10$). Ceci signifie que la contribution phonologique est plus importante uniquement pour les mots moins fréquents en CE2.

Erreurs

L'analyse du pourcentage d'erreurs révèle un effet principal du niveau scolaire, les CM2 (2.53%) font moins d'erreurs que les CE2 (5.72%), $F_1(1,75) = 12.93, p < .001, \eta_p^2 = .15$; $F_2(1,155) = 19.14, p < .001, \eta_p^2 = .11$. Nous observons un effet principal de la fréquence, le taux d'erreur est plus faible pour les mots fréquents (2,56%) que pour les mots moins fréquents (5,82 %), $F_1(1,75) = 38.22, p < .001, \eta_p^2 = .34$; $F_2(1,155) = 17.87, p < .001, \eta_p^2 = .10$. Il y a également un effet principal de la condition d'amorçage, le taux d'erreur est plus faible dans la condition d'amorçage phonologique (1,12%) que dans la condition non-reliée (7,27%), $F_1(1,75) = 61.13, p < .001, \eta_p^2 = .44$; $F_2(1,155) = 91.16, p < .001, \eta_p^2 = .37$. Il y a une interaction entre la fréquence et la condition d'amorçage ($F_1(1,75) = 19.79, p < .001, \eta_p^2 = .21$; $F_2(1,155) = 13.84, p < .001, \eta_p^2 = .08$) et une interaction entre le niveau scolaire et la condition d'amorçage ($F_1(1,75) = 11.32, p = .001, \eta_p^2 = .13$; $F_2(1,155) = 19.01, p < .001, \eta_p^2 = .11$). En revanche, la triple interaction entre le niveau scolaire, la fréquence et la condition d'amorçage n'est pas significative ($F_1(1,75) = 2.04, p = .16$; $F_2(1,155) = 1.80, p = .18$).

Effet de fréquence en condition non-reliée

Comme l'effet de fréquence est supposé être une signature empirique de la procédure orthographique automatique, nous avons voulu vérifier que le système de traitement orthographique est fonctionnel au CE2 et CM2. Pour cela, nous avons effectué une seconde analyse des données en condition non-reliée uniquement. Une ANOVA a été réalisée par participant et par item. Le facteur fréquence a été traité comme un facteur intra-participant et comme un facteur inter-item. Le niveau scolaire a été traité comme un facteur inter-participant et comme un facteur intra-item.

Latences

L'analyse des latences indiquent un effet principal du niveau scolaire, les CM2 réalisent la tâche de décision lexicale plus rapidement que les CE2 (933 ms vs. 1290 ms, respectivement), $F_1(1,75) = 46,88, p < .001, \eta_p^2 = .38$; $F_2(1,155) = 302.60, p < .001, \eta_p^2 = .66$. Il y a un effet principal de la fréquence, les mots fréquents sont reconnus plus rapidement que les mots moins fréquents (1065 ms vs. 1171 ms, respectivement), $F_1(1,75) = 55.88, p < .001, \eta_p^2 = .43$; $F_2(1,155) = 28.92, p < .001, \eta_p^2 = .16$. Il n'y a pas d'interaction significative entre la fréquence et le niveau scolaire, ce qui indique que la taille de l'effet de fréquence ne varie pas de manière significative en CE2 par rapport aux CM2 (120 ms vs. 90 ms, respectivement), $F_1(1,75) = 1.12, p = .29$; $F_2(1,155) = 0.87, p = .35$.

Erreurs

L'analyse des erreurs en condition non-reliée révèle un effet principal du niveau scolaire, les CM2 font moins d'erreurs que les CE2 (4,24 % and 10,50 %, respectivement), $F_1(1,75) = 13,14, p < .001, \eta_p^2 = .15$; $F_2(1,155) = 20.67, p < .001, \eta_p^2 = .12$. Il y a un effet principal de la fréquence, les mots fréquents sont mieux reconnus que les mots moins fréquents (6,46 % and 10,23 % respectivement), $F_1(1,75) = 33.38, p < .001, \eta_p^2 = .31$; $F_2(1,155) = 17.31, p < .001, \eta_p^2 = .10$. De manière intéressante, nous avons également obtenu une interaction entre la fréquence et le niveau scolaire pour notre analyse par participant, $F_1(1,75) = 4.93, p = .029, \eta_p^2 = .06$; $F_2(1,155) = 2.98, p = .086$. Il est à noter que les comparaisons *post-hoc* (*Scheffé*) indiquent que le taux d'erreurs pour les mots moins fréquents chez les CE2 (13,85 %) est significativement plus élevé comparé aux autres taux d'erreurs c'est-à-dire les mots fréquents en CE2 (6,25 %), les mots moins fréquents (5,95 %) et fréquents (2,57 %) en CM2 ($p < .001$) lesquels ne sont pas

significativement différents entre eux (CE2 vs. CM2 pour les mots fréquents, $p > .27$ et les mots moins fréquents vs fréquents en CM2, $p > .12$).

Discussion Etude 3

Cette Etude 3 a pour objectif d'évaluer la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots écrits au cours de l'apprentissage de la lecture. Des résultats contradictoires portant sur cette question ont été rapportés. Certains auteurs affirment que l'implication de la phonologie décroît avec l'expérience en lecture (Backman et al., 1984; Coltheart et al., 1986; Schamls et al., 2013; Seidenberg et al., 1984; Sprenger-Charolles & Casalis, 1995; Waters et al., 1984) alors que d'autres avancent que la phonologie continue de jouer un rôle à travers l'acquisition de la lecture (Booth et al., 1999; Ziegler et al., 2013). Pour aborder cette question, nous avons examiné l'activation du code phonologique en fonction de l'expérience en lecture au niveau du développement général du système de reconnaissance des mots écrits (facteur : niveau scolaire) et au niveau du traitement spécifique du mot (facteur : fréquence). Deux niveaux scolaires ont été retenus : CE2 et CM2. Chez ces enfants, le processus de lecture est basé, de manière prédominante, sur des processus orthographiques (Acha & Perea, 2008; Burani et al., 2002; Castles & al., 2007; Ziegler et al., 2013; Zoccolotti et al., 2005). La fréquence des mots a également été manipulée afin d'examiner la contribution de la phonologie au niveau plus spécifique du mot. Nous avons sélectionné des mots fréquents (198) et moins fréquents (42). Dans une tâche de décision lexicale, nous avons utilisé un paradigme d'amorçage inter-modal dans lequel l'amorce était auditive et la cible visuelle. De cette façon, l'activation du code phonologique due à l'amorce ne dépendait pas d'un traitement orthographique préalable et

permettait de capturer l'effet d'un amorçage « purement » phonologique dans la reconnaissance des mots écrits chez des jeunes lecteurs.

De manière générale, les résultats montrent que la reconnaissance visuelle des mots chez les CE2 et CM2 est largement facilitée par la présentation de l'amorce phonologique auditive. Ce résultat indique que la phonologie continue de jouer un rôle important même à des stades plus avancés de l'apprentissage de la lecture c'est-à-dire lorsque le traitement orthographique des mots est fonctionnel. Ceci est en accord avec les deux études en amorçage phonologique visuel de Booth et al. (1999) et Ziegler et al. (2013) qui concluent que les représentations phonologiques sont impliquées de manière rapide et automatique au cours de la reconnaissance de mots. En revanche, ce résultat s'oppose à l'idée que l'intervention du code phonologique décroît de manière drastique après la phase initiale du recodage phonologique (Backman et al., 1984 ; Coltheart et al., 1986 ; Schmalz et al., 2013 ; Seidenberg et al., 1984 ; Sprenger-Charolles & Casalis, 1995 ; Waters et al., 1984). Les études qui ont proposé cette interprétation, examinaient cette question en étudiant des effets indirects tels que les effets de pseudohomophonie (Grainger et al., 2012), de longueur (Acha & Perea, 2008; Aghababian & Nazir, 2000), de régularité (Schmalz et al., 2013). Cependant, ces études rendaient compte de la contribution du code phonologique lors du passage du recodage phonologique à la lecture lexicale.

Dans notre étude, l'évolution de la contribution du code phonologique a été étudiée lorsque la lecture est déjà lexicale. Nous avons examiné l'effet d'amorçage phonologique en fonction de l'expérience en lecture selon le niveau scolaire (CE2 et CM2) et au niveau des mots (fréquents et moins fréquents). Nous avons observé une triple interaction entre le niveau scolaire, la fréquence des mots et la condition d'amorçage. Ceci indique que la

contribution de la phonologie évolue avec l'expérience en lecture (au niveau du niveau scolaire et au niveau du mot). Le *test post-hoc de Scheffé* que nous avons réalisé sur l'effet d'amorçage phonologique montre des résultats intéressants (voir Figure 11). Premièrement, l'effet d'amorçage phonologique est plus grand pour les mots moins fréquents que pour les mots fréquents au CE2 ($p < .001$) alors qu'aucune différence entre les mots moins fréquents et les mots fréquents n'a été trouvée au CM2 ($p = .093$). Deuxièmement, on ne trouve pas de différence quand on compare l'effet d'amorçage phonologique pour les mots fréquents au CE2 et les mots fréquents et moins fréquents au CM2 ($ps > .10$).

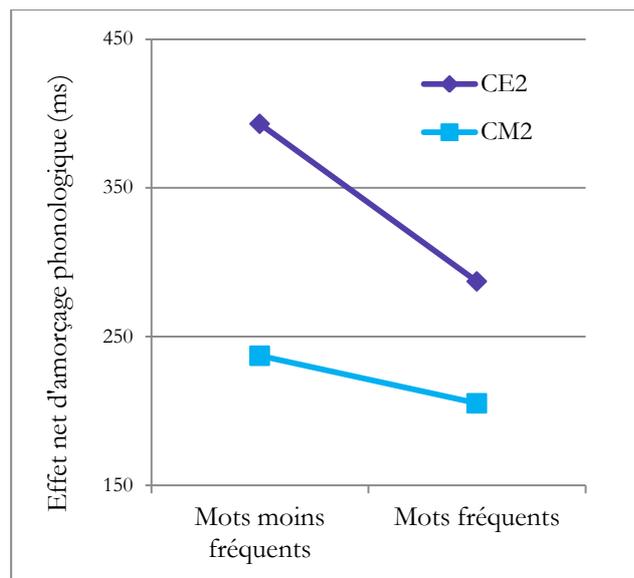


Figure 11 : Étude 3 - Effet d'amorçage phonologique (en ms) en fonction de la fréquence des mots et du niveau scolaire.

Le premier résultat intéressant est que les deux niveaux scolaires montrent des patterns de résultats différents qui dépendent de la fréquence des mots. Au CM2, l'amorçage phonologique a le même effet quelle que soit la fréquence des mots, même si les enfants répondent plus rapidement pour les mots fréquents que pour les mots moins fréquents.

Etant donné que l'effet de fréquence reflète un accès aux représentations orthographiques lexicales plus rapide et plus facile des mots fréquents par rapport aux mots moins fréquents, ce résultat suggère que la contribution du code phonologique à la reconnaissance des mots écrits n'est pas affectée par l'efficacité du traitement orthographique. Chez les CE2, les résultats obtenus sont différents. L'effet d'amorçage phonologique est plus important pour les mots moins fréquents que pour les mots fréquents. Ceci indique que la reconnaissance des mots chez les enfants du CE2 s'appuie plus sur le code phonologique lorsque le traitement orthographique est moins efficace. Ceci pourrait être dû au fait que les représentations orthographiques lexicales sont moins bien spécifiées pour les mots moins fréquents chez les CE2. En effet, en plus des réponses plus lentes, nous avons observé un taux d'erreurs plus important pour ces mots moins fréquents au CE2 en condition non-reliée comparé aux trois autres conditions. Selon Share (1995, 1999), le nombre d'expositions au mot écrit est décisif pour mettre en place la représentation orthographique lexicale. Il est donc probable que les représentations orthographiques des mots moins fréquents ne sont pas encore bien spécifiées ou/et que l'accès à ces représentations n'est pas encore bien établi (Acha & Perea, 2008; Castles et al., 1999; Castles et al., 2007). La reconnaissance de ces mots nécessiterait donc un recours plus important au code phonologique. En accord avec cette idée, une étude récente de Schmalz et al., (2013) qui examine l'effet de régularité des mots de haute et basse fréquence dans une tâche de décision lexicale chez des enfants de CE2 et CM1, ne trouve pas d'effet de régularité excepté pour les erreurs pour les mots de basse fréquence. Les auteurs concluent que les enfants utilisent de manière prédominante l'accès au lexique orthographique sauf pour les mots non familiers pour lesquels ils ont recours au recodage phonologique. Dans notre étude, les mots moins fréquents ont des fréquences deux fois supérieures (42) à celles

des mots de basse fréquence (20) de l'étude de Schmalz et al., (2013). Etant donné qu'un petit nombre d'expositions au mot écrit est suffisant pour développer les connaissances orthographiques, les représentations orthographiques de nos mots moins fréquents doivent être présentes dans le lexique orthographique mais probablement pas encore bien spécifiées. Deux mécanismes phonologiques pourraient alors être mis en place pour les mots moins fréquents, soit un recodage phonologique explicite, soit une activation automatique de la phonologie, soit les deux mécanismes. Nous n'avons pas la possibilité de choisir l'une ou l'autre de ces propositions, cependant, notre interprétation est plus en faveur de l'implication des deux mécanismes phonologiques. Comme la reconnaissance des mots basée sur l'accès au lexique orthographique n'est pas totalement efficace quand les représentations sont moins spécifiées (Perfetti, 1992), un recodage phonologique et une implication automatique des représentations phonologiques sous lexicales pourraient compenser cette orthographe faible (voir Share, 1995, pied de page 1, p.152, qui utilise le terme « recodage phonologique » dans un sens plus large qui fait référence à un continuum allant de l'application explicite des règles de conversion graphème-phonème à une activation automatique de la phonologie). Notre résultat pourrait correspondre à cette transition graduelle du recodage phonologique explicite à l'implication automatique de la phonologie au cours de l'acquisition de la lecture (Booth et al., 1999; Ziegler et al., 2013).

Concernant les enfants de CM2, les résultats indiquent que la phonologie continue à jouer un rôle après plusieurs années d'instruction (Booth et al., 1999; Ziegler et al., 2013) même lorsque l'accès au lexique orthographique est hautement efficace (i.e., mots fréquents). De plus, contrairement aux enfants de CE2, l'effet d'amorçage phonologique ne diffère pas entre les mots fréquents et les mots moins fréquents. Ceci suggère que la contribution de la phonologie n'est pas affectée par le développement du système

orthographique, même quand ce système gagne en rapidité lorsque la fréquence des mots augmente. Les résultats chez les CE2 et chez les CM2 semblent ne pas s'accorder et mener à des interprétations différentes. Cependant notre explication concernant ces différents patterns de résultats est la suivante. Les enfants de CM2 ont eu plus d'opportunités de rencontrer les mots moins fréquents que les enfants de CE2. Il a été estimé qu'en moyenne les enfants lisent grosso modo de 700 000 à 1 000 000 mots par an (Anderson, Wilson, & Fielding, 1986; Fielding, Wilson, & Anderson, 1986; Nagy, Anderson, & Herman, 1987). Ce qui signifie que les enfants de CM2 ont lu largement plus de mots que les enfants de CE2. La plus grande exposition aux mots a permis aux CM2 d'acquérir des connaissances orthographiques spécifiées même pour les mots moins fréquents. Les mots fréquents et moins fréquents au CM2 sont donc reconnus de manière efficace par un accès au lexique orthographique (Acha & Perea, 2008; Burani et al., 2002; Castles & al., 2007; Ziegler et al., 2013; Zoccolotti et al., 2005). Dans ce contexte, nos données montrent que le code phonologique continue de contribuer à la reconnaissance des mots même lorsque la représentation orthographique de ces mots est bien spécifiée et que cette contribution ne diminue pas avec l'augmentation de l'efficacité du traitement orthographique. Ceci suggère que le processus phonologique continue à gagner en efficacité.

Pour finir, l'effet d'amorçage phonologique n'est pas significativement différent pour ce qui concerne les mots fréquents en CE2 et les mots fréquents et moins fréquents en CM2. Ce résultat indique clairement que la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots écrits reste stable à partir du moment où le mot est suffisamment familier c'est-à-dire lorsque la représentation orthographique lexicale est bien spécifiée. Ceci est tout à fait en accord avec la récente étude de Ziegler et al. (2013) qui montre que l'effet d'amorçage

pseudohomophone reste stable à travers les niveaux scolaires (de la fin du CP jusqu'au CM2) même si les effets d'amorçage orthographiques augmentent.

Replacé dans le Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011), après la phase initiale du recodage phonologique explicite des mots non familiers, le processus phonologique est graduellement remplacé par un traitement orthographique « fine-grained » qui permet une activation rapide, automatique et en parallèle des représentations phonologiques sous-lexicales à partir de l'écrit. Nos résultats avec ceux de Ziegler et al. (2013), suggèrent une mise en place précoce du traitement automatique de la phonologie indépendamment du développement du processus orthographique "coarse-grained". Ceci pourrait signifier que le développement du processus orthographique « fine-grained » est achevé avant le développement du processus orthographique « coarse-grained ».

2.2.2. En résumé

Notre Etude 3 indique clairement que le code phonologique continue à être impliqué dans la reconnaissance des mots écrits familiers chez les jeunes lecteurs (CE2 et CM2) bien que ces jeunes lecteurs utilisent de manière prédominante une lecture lexicale. Ceci suggère que le processus « fine-grained » est fonctionnel dès le CE2. Un aspect important de cette étude est que nous avons écarté la question du processus orthographique impliqué dans les effets de pseudohomophonie et d'amorçage masqué classique en réalisant un amorçage « purement » phonologique. Nos résultats indiquent que la contribution de la phonologie reste stable à travers l'acquisition de l'expérience en lecture indépendamment du développement du processus d'accès au lexique orthographique dès lors que les

représentations orthographiques sont bien spécifiées. En revanche, lorsque les représentations orthographiques ne sont encore bien spécifiées, la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots est plus importante.

CHAPITRE 3

ACTIVATION AUTOMATIQUE DES REPRESENTATIONS PHONOLOGIQUES LORS DE LA RECONNAISSANCE DE MOT

Les effets d'amorçage phonologique trouvés dans l'Etude 2 et l'Etude 3 indiquent que le code phonologique contribue à la reconnaissance des mots écrits chez les jeunes lecteurs et que cette contribution reste stable alors que le système de traitement de l'orthographe est en cours de développement. Ces résultats ont été obtenus grâce à un amorçage « purement » phonologique c'est-à-dire un amorçage auditif. Nous avons alors souhaité examiner si une activation des représentations phonologiques est possible à partir de l'écrit et si cette activation peut se faire de manière rapide et automatique chez des jeunes lecteurs. En d'autres termes, nous avons souhaité tester le processus orthographique « fine-grained » au cours du développement du processus « coarse-grained » (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011).

A ce jour, seules deux études en amorçage visuel ont apporté des informations sur cette question chez les jeunes lecteurs. Dans la première, Booth et al. (1999) trouvaient un effet d'amorçage phonologique masqué avec une durée de présentation de l'amorce de 30 ms chez des lecteurs avancés et un effet d'amorçage phonologique masqué avec une durée de présentation de l'amorce de 60 ms chez les CE2 et CM2. Les auteurs concluaient que l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques à partir de l'écrit se co-développe avec l'activation rapide et automatique des représentations orthographiques lorsque l'expérience en lecture augmente (Perfetti, 1992). Quelques remarques concernant cette étude sont à apporter. Premièrement, les résultats montraient que la taille des effets phonologiques dépend de la quantité d'orthographe partagée entre l'amorce et la cible. Lorsque le partage était large (66 %) la taille de l'effet d'amorçage phonologique était plus petite que lorsque le partage orthographique était plus faible (42 %). De manière congruente, dans une étude chez l'adulte, l'effet d'amorçage phonologique disparaissait lorsque le partage orthographique entre l'amorce et la cible était de 65 % (Dimitropoulou, Duñabeitia, & Carreiras, 2011 ; voir aussi Ferrand & Grainger, 1993). Il semble donc que la taille de l'amorçage phonologique mesurée dépende de la quantité de traitement orthographique utile à la reconnaissance du mot c'est-à-dire de la quantité d'information orthographique partagée entre l'amorce et la cible. D'autant plus que, classiquement, la condition d'amorçage phonologique est comparée à la condition d'amorçage orthographique (e.g., lont-LONG comparé à lone-LONG, Ferrand & Grainger, 1993) ce qui signifie que l'effet phonologique trouvé correspond non pas à l'activation phonologique « pure » mais au bénéfice supplémentaire qu'apporte l'activation du code phonologique par rapport au bénéfice qu'apporte l'activation du code orthographique (Ferrand & Grainger, 1993, 1994). Deuxièmement, la tâche était une tâche d'écriture du

mot cible. Comme l'indiquent les auteurs, cette tâche fait plus appel aux représentations phonologiques que la tâche de décision lexicale. De plus, il est possible que les participants aient mis en place des stratégies de réponse, car dans cette expérience, toutes les cibles étaient des mots. Dans la récente étude développementale de Ziegler et al. (2013) en amorçage sandwich visuel (cible-amorce-cible ; Lupker & Davis, 2009), un effet d'amorçage phonologique a été trouvé dès la fin du CP et jusqu'au CM2 (e.g., *naije-NEIGE* vs *noide-NEIGE*) ainsi qu'un effet lettres-transposées croissant à travers les niveaux scolaires (e.g., *cousre-COURSE* vs *coufpe-COURSE*). L'absence d'interaction entre l'effet d'amorçage phonologique et le niveau scolaire a conduit les auteurs à conclure que l'activation rapide de la phonologie est précoce au cours de l'apprentissage de la lecture et reste stable alors que le processus orthographique « coarse-grained » est en cours de développement. Ceci suggère que le développement des processus « fine-grained » et « coarse-grained » sont indépendants. Il est à noter que, dans cette expérience, l'utilisation du paradigme de l'amorçage sandwich pose problème. En effet, le fait de présenter la cible avant l'amorce (e.g., *neige* 27 ms-*naije* 70 ms-*NEIGE*) permet d'allonger le temps de l'activation des représentations phonologiques par le processus « fine-grained » de 27 ms puisque les deux stimuli partagent 100 % de l'information phonologique (/nɛʒ/). En revanche, le passage de la cible à l'amorce (e.g., *neige-naije*) interrompt le processus « coarse-grained » puisque la carte des positions relatives (i.e., les bigrammes ouverts) est largement modifiée. Par exemple, les bigrammes ouverts de la cible « *neige* » sont NE-NI-NG-EI-EG-EE-IG-IE-GE alors que pour l'amorce « *naije* » les bigrammes ouverts sont NA-NI-NJ-AI-AJ-AE-IJ-IE-JE (les bigrammes ouverts communs aux deux stimuli ont été soulignés). Dans l'exemple, seuls 22 % des bigrammes ouverts sont communs aux deux stimuli. Il semble donc délicat de comparer un effet d'amorçage phonologique continu de

97 ms à l'effet d'amorçage orthographique de 70 ms. Ceci pourrait peut-être expliquer le bénéfice lié à l'amorçage phonologique trouvé alors que le partage orthographique entre les amorces et les cibles est élevé (78 % des lettres).

L'Etude 4 et l'Etude 5 ont pour objectif d'étudier l'activation automatique de la phonologie à partir d'une information orthographique (processus « fine-grained ») au cours du développement du système de traitement orthographique (processus « coarse-grained ») chez des jeunes lecteurs. Nous avons réalisé deux études en amorçage masqué visuel chez des élèves de CE2 et CM2 afin de rendre compte de la contribution de chacun des deux processus à la reconnaissance des mots écrits familiers. La tâche était une décision lexicale.

Dans l'Etude 4, nous avons souhaité examiner le processus « fine-grained » isolément c'est-à-dire dissocié du processus « coarse-grained » afin de mesurer l'activation automatique « purement » phonologique au cours de la reconnaissance de mots familiers. Pour cela, nous avons utilisé des amorces phonologiques visuelles ne partageant pas (ou peu) d'information orthographique avec la cible (O-P+). Nous avons comparé cette condition d'amorçage phonologique (O-P+) à une condition d'amorçage contrôle orthographique ne partageant pas d'information phonologique avec la cible (O-P-).

Dans l'Etude 5, nous avons examiné le processus « fine-grained » conjointement au processus « coarse-grained » afin d'évaluer le bénéfice lié à l'activation automatique de la phonologie à la reconnaissance de mots familiers. Ici, nous avons utilisé des amorces partageant une information phonologique et orthographique avec la cible (O+P+). Nous avons comparé cette condition d'amorçage phonologique-orthographique (O+P+) à une condition d'amorçage orthographique (O+P-).

Nos hypothèses générales sont les suivantes. Si les deux processus « fine-grained » et « coarse-grained » se développent de manière concomitante (Booth et al., 1999), on s'attend à un effet d'amorçage phonologique croissant entre le CE2 et le CM2 dans l'Etude 4 (O-P+ vs O-P-) et un bénéfice de l'amorçage phonologique constant entre le CE2 et le CM2 dans l'Etude 5 (O+P+ vs O+P-). Alternativement, si le développement des deux processus « fine-grained » et « coarse-grained » est indépendant et que le processus « fine-grained » se développe précocement et reste stable au cours du développement du processus « coarse-grained » (Etude 3 ; Ziegler et al., 2013), on s'attend à un effet d'amorçage phonologique de même amplitude entre le CE2 et le CM2 dans l'Etude 4 (O-P+ vs O-P-) et à une diminution du bénéfice de l'amorçage phonologique au CM2 dans l'Etude 5 (O+P+ vs O+P-).

2.3.1. Etude 4 – Mise en évidence d’une activation automatique des représentations phonologiques

Introduction

Cette Etude 4 aborde la question de l’activation rapide et automatique de la phonologie au cours de la reconnaissance de mots écrits familiers chez des jeunes enfants. L’objectif ici est d’examiner le processus « fine-grained » isolément c'est-à-dire dissocié du processus « coarse-grained ». Pour cela, nous avons sélectionné des amorces ne partageant que l’information phonologique avec la cible (O-P+). Nous avons fait le choix d’utiliser des amorces provenant d’une autre langue que le français. Une étude en amorçage masqué visuel inter-linguistique a été réalisée chez des jeunes lecteurs bilingues. Par la même occasion, nous avons abordé une seconde question théorique tout aussi importante qui porte sur le partage des représentations phonologiques par les deux langues chez les jeunes lecteurs bilingues.

Aujourd’hui, il est largement admis que la phonologie est activée de manière rapide et automatique lors de la reconnaissance des mots chez le lecteur expert. En effet, de nombreux effets d’amorçage phonologique masqué ont été trouvés chez le lecteur expert monolingue (Lukatela et al., 1998 ; Ferrand & Grainger, 1992, 1994; Grainger & Ferrand, 1996; for a review see Rastle & Brysbaert, 2006) mais également chez le lecteur expert bilingue en langue première et en langue seconde (Brysbaert, Van Dyck, & Van de Poel, 1999 ; Van Wijnendaele & Brysbaert, 2002). Certains chercheurs sont allés plus loin et ont exploré l’activation phonologique inter-langue en utilisant un amorçage phonologique masqué inter-langue. Les résultats indiquent que la reconnaissance des mots dans la seconde langue bénéficie de la présentation de l’amorce en langue première et vice versa. Par exemple, des effets d’amorçage inter-langue (néerlandais-français) ont été trouvés chez des lecteurs experts

bilingues néerlandais-français et français-néerlandais (e.g., *soer-SOURD* prononcés /syR/ ; Brysbaert et al., 1999; Van Wijnendaele & Brysbaert, 2002; voir aussi Brysbaert, 2003 ; Dijkstra, Grainger, & Van Heuven, 1999 ; Duyck, Diependaele, Drieghe, & Brysbaert, 2004). Ces résultats suggèrent que les représentations phonologiques sont partagées par les deux langues chez le lecteur expert. En effet, les amorces phonologiques en langue seconde (première) ont activé les représentations phonologiques, en retour le traitement des cibles en langue première (seconde) a bénéficié de cette préactivation. Les effets phonologiques obtenus sont d'amplitude comparable dans le sens langue seconde-langue première que dans le sens opposé (Brysbaert et al., 1999 ; Dimitropoulou et al. , 2011 ; Van Wijnendaele & Brysbaert, 2002). Ce pattern symétrique des effets suggère que les effets phonologiques inter-langue sont indépendants de la fréquence relative des mots en langue première et seconde utilisés et sont exclusivement dépendants du niveau d'activation de base des phonèmes individuels au niveau sous lexical.

Généralement, les amorces phonologiques partagent la phonologie avec les mots cible mais également une quantité substantielle d'information orthographique. L'influence du traitement orthographique sur les effets d'amorçage orthographique-phonologique calculés (ou bénéfice) ne peut être totalement écartée (e.g., l'effet d'amorçage orthographique-phonologique est calculé en comparant la condition phonologique-orthographique soer-SOURD à la condition orthographique siard-SOURD, Brysbaert et al., 1999). Dimitropoulou et al., (2011) ont réalisé une étude en amorçage masqué inter-script chez des bilingues grec-français pour rendre compte de l'influence du traitement orthographique sur l'effet d'amorçage phonologique (voir également Gollan, Forster, & Frost, 1997 en Hébreu-Anglais ; Kim & Davis, 2003 en Coréen-Anglais ; Nakayama, Sears, Hino, & Lupker, 2012 en Japonais-Anglais ; Voga & Grainger,

2007 en Grec-Français; et aussi Miwa, Dijkstra, Bolger, & Baayen, 2014 pour une étude en mouvement oculaire en Japonais-Anglais). Les auteurs montrent que les effets d'amorçage phonologique masqué disparaissent lorsque le partage orthographique entre l'amorce et la cible est plus large. Les auteurs interprètent ce résultat comme étant le résultat d'un conflit créé lorsque la représentation orthographique de l'amorce est trop largement partagée avec celle de la cible ce qui empêche l'émergence de l'effet bénéfique produit par l'activation du code phonologique par l'amorce. Selon les auteurs, c'est la relation orthographique entre l'amorce et la cible qui détermine l'émergence ou non des effets phonologiques.

Les résultats de ces expériences ont été interprétés dans le cadre du Modèle de lecture adulte *Bilingue à Activation Interactive +* (BIA+ ; Dijkstra & Van Heuven, 1998 ; Dijkstra & Van Heuven, 2002) qui propose que les représentations orthographiques, phonologiques et sémantiques sont activées de manière non sélective au langage par les représentations orthographiques et phonologiques sous-lexicales qui sont elles-mêmes activées de manière non-sélective au langage. Les effets phonologiques sont expliqués dans ce modèle comme étant dû à l'activation des phonèmes à partir de l'information orthographique indépendamment de la langue utilisée en amorçage. Par exemple les graphèmes *-i-* et *-ee-* qui peuvent être respectivement utilisés dans un contexte français et anglais activeront le même phonème /i/. Selon ce modèle, les effets d'amorçage phonologique masqué inter-langue sont indépendants du niveau de compétence en langue des participants puisqu'ils apparaissent au niveau sous lexical (voir Brysbaert et al., 1999; Van Wijnendaele & Brysbaert, 2002). Dès que les apprenants maîtrisent les nouvelles correspondances graphème-phonème de la langue seconde, le système de lecture est en capacité de contacter rapidement les phonèmes à partir des graphèmes typiques à la langue seconde. Seuls les effets apparaissant au niveau lexical

peuvent être modulés par la direction du langage puisque les mots en langue première sont généralement reconnus plus rapidement que les mots en langue seconde (pour une discussion voir Brysbaert et al., 2002; Dijkstra & Van Heuven, 2002).

L'Etude 4 a pour objectif principal d'examiner si la phonologie peut être activée de manière rapide et automatique à partir de l'écrit (processus « fine-grained ») lors de la reconnaissance de mots chez des jeunes lecteurs. Pour favoriser l'obtention d'un effet phonologique masqué, nous avons cherché à limiter au maximum le partage orthographique entre l'amorce et la cible. A cette fin, nous avons réalisé une expérience en amorçage phonologique masqué inter-linguistique dans laquelle les amorces étaient typiquement anglaises et les cibles françaises. L'utilisation d'amorces typiquement anglaises nous a permis de limiter l'information orthographique utile à la reconnaissance de la cible. En effet, nos amorces phonologiques (O-P+) étaient sélectionnées en fonction de trois exigences. La première exigence était de favoriser le plus largement possible les connexions sous lexicales puisque ces connexions entre les représentations sous lexicales orthographiques et phonologiques sont celles qui se sont mises en place les premières lors de l'apprentissage de la lecture et donc probablement les mieux établies et les plus rapides (Etude 3). Par conséquent, les amorces sélectionnées étaient des pseudomots. La deuxième exigence était d'éviter de fournir une information orthographique utile au traitement de la cible afin de limiter l'influence de ce traitement et d'obtenir un effet d'amorçage phonologique le plus « pur » possible (Booth et al., 1999; Davis et al., 1998 ; Dimitropoulou et al., 2011). Pour cela, nous avons réduit au maximum l'information orthographique en utilisant (1) autant que possible des amorces ayant une orthographe typiquement anglaise c'est-à-dire illégale en français (e.g., la suite de lettres *shee* n'existe pas en français) (2) un amorçage partiel c'est-à-

dire des amorces fragments correspondant uniquement au début du mot cible (e.g., shee /ʃi:/ - CHIFFRE /ʃifr/). La troisième exigence était d'avoir un minimum de conversions graphème-phonème en commun entre le français et l'anglais. Nous avons donc sélectionné des amorces pour lesquelles la majeure partie des conversions graphème-phonème en anglais étaient différentes des conversions graphème-phonème en français. Par exemple, le graphème *-ee-* dans l'amorce *shee* est prononcé /i:/ en anglais mais pas en français. Par souci de rigueur, nous avons sélectionné des amorces contrôle orthographique (O-P-). En effet, même si le partage orthographique entre les amorces phonologiques et les cibles était faible (24%), il était impossible de le réduire totalement. Les amorces contrôle orthographique partageaient les mêmes lettres avec la cible que les amorces phonologiques (e.g., thor-CHIFFRE), soit 24% en moyenne également. Enfin, des amorces non-relées (NR) ne partageaient ni lettre ni phonème avec les cibles (e.g., *spoo*-CHIFFRE). Le second objectif de cette étude était de rendre compte de l'évolution de la contribution de la phonologie à la reconnaissance de mots au cours de l'apprentissage de la lecture. En effet, les positions sur cette question sont variées et contradictoires (Booth et al., 1999 ; Ziegler et al., 2013). Nous avons donc testé des enfants pour qui le processus de traitement de l'information orthographique (processus « coarse-grained ») est déjà fonctionnel mais plus ou moins développé (CE2 et CM2).

De manière additionnelle, le troisième objectif de cette étude est de répondre à la question du partage des représentations phonologiques entre les deux langues (français-anglais) chez les jeunes lecteurs bilingues (Brybaert et al., 1999; Van Wijnendaele & Brybaert, 2002; see also Brybaert, 2003 ; Dijkstra et al., 1999 ; Duyck et al., 2004). A notre connaissance, aucune étude en amorçage phonologique masqué inter-langue n'a apporté la preuve d'un partage des représentations phonologiques par les deux langues (i.e., non-sélective à une langue) chez des

jeunes lecteurs bilingues. En outre, il n'existe pas de modèle développemental de la lecture bilingue.

Les hypothèses sont les suivantes. Si l'activation phonologique est rapide et automatique au cours de la reconnaissance de mots écrits (Booth et al., 1999; Ziegler et al., 2013) et si la phonologie est partagée par les deux langues (Brysbaert et al., 1999 ; Van Wijnendaele & Brysbaert, 2002), nous nous attendons à obtenir un effet d'amorçage phonologique. De plus, si les deux processus « fine-grained » et « coarse-grained » se développent de manière concomitante (Booth et al., 1999), nous nous attendons à obtenir un effet d'amorçage phonologique croissant entre le CE2 et le CM2. Alternativement, si le développement des deux processus « fine-grained » et « coarse-grained » est indépendant et que le processus « fine-grained » se développe précocement et reste stable au cours du développement du processus « coarse-grained » (Etude 3 ; Ziegler et al., 2013), nous nous attendons à obtenir un effet d'amorçage phonologique de même amplitude entre le CE2 et le CM2.

Méthode

Participants

Quarante cinq élèves de CE2 (âge moyen = 8 ans ; 11 mois, ET = 5 mois) et 33 élèves de CM2 (âge moyen = 10 ans ; 10 mois, ET = 4 mois) ont participé à cette expérience. Tous étaient bilingues français-anglais ou anglais-français et étaient scolarisés dans deux écoles françaises situées à Londres. L'enseignement était en partie en français (70% en moyenne) et en anglais (30% en moyenne). L'enseignement de la lecture était similaire dans les deux écoles. Les participants ont été exposés aux deux langues de manière précoce. Les CE2 étaient exposés au français environ depuis la naissance (âge moyen du début de l'exposition au français = 1 mois, ET = 5 mois) et exposés à l'anglais depuis l'âge de 6 mois en moyenne

(ET = 13 mois). Les CM2 étaient exposés au français environ depuis l'âge de 8 mois en moyenne (ET = 19 mois) et exposés à l'anglais depuis l'âge de 1 an en moyenne (ET = 25 mois). Chaque participant apprenait la lecture en français et en anglais depuis au moins l'âge de 6 ans. La langue maternelle (langue(s) parlée(s) par les parents) des participants était le français (32%), l'anglais (6%) ou les deux langues (63%). Le niveau de lecture en français et en anglais a été évalué à l'aide de tests standardisés (« l'Alouette »; Lefavrais, 1967; pour la lecture en français et « British Ability Word Reading Test », Elliott, Smith, & pour la lecture en anglais). Concernant les CE2, le niveau de lecture moyen en français était 9 ans ; 11 mois (ET = 17 mois), il était de 10 ans ; 3 mois (ET = 12 mois) en anglais. Pour les CM2, le niveau moyen de lecture en français était de 11 ans ; 8 mois (ET = 21 mois), en anglais, il était de 11 ans ; 6 mois (ET = 17 mois).

Matériel

Le matériel était constitué de 54 mots cible français et 54 pseudomots ressemblant à des mots français. Le nombre moyen de lettres était de 7 (ET = 1.41) et le nombre moyen de syllabes était de 1.74 (ET = 0.52). La fréquence moyenne des mots était de 95 occurrences par million (ET = 147). Les amorces étaient des pseudomots typiquement anglais (seules 14 amorces sur 162 au total étaient des mots mais comme ces mots étaient rares, la fréquence moyenne était de 1.04 (ET = 2.18), ils ont été considérés comme non familiers). Trois types d'amorces ont été créés (voir Tableau 12). Les amorces phonologiques (O-P+) étaient des fragments typiquement anglais c'est-à-dire ayant une orthographe illégale en français et/ou pour lesquels la conversion écrit-son était différente en anglais par rapport à la conversion en français (e.g., shee-CHIFFRE). De cette façon, nous voulions nous assurer que la facilitation de la reconnaissance des mots serait due uniquement à la préactivation par l'amorce

phonologique des représentations phonologiques au niveau sous lexical. Les amorces phonologiques partageaient en moyenne 53% des phonèmes et 24% des lettres avec les mots cible. Les amorces contrôle orthographique (O-P-) partageaient avec les mots cible les mêmes lettres que celles partagées entre les amorces phonologiques et les mots cible, soit en moyenne 24% des lettres (e.g., thor-CHIFFRE). Les amorces contrôle orthographique permettaient de vérifier si le faible partage orthographique entre les amorces phonologiques et les cibles avait joué un rôle dans l’amorçage. Enfin, les amorces non reliées (NR) ne partageaient ni phonème ni graphème avec les mots cible (e.g., spoo-CHIFFRE).

Tableau 12 : Etude 4 - Exemple d’items utilisés pour chacune des conditions et pourcentage d’information orthographique et phonologique partagée avec la cible.

Cible mot	Conditions d’amorçage		
	phonologique (O-P+)	contrôle orthographique (O-P-)	non-reliée (NR)
CHIFFRE /ʃifʁ/	shee /ʃi:/	thor /θɔ:/	spoo /spu:/
lettres partagées	24 %	24 %	0 %
phonèmes partagés	53 %	27 %	0 %
(en moyenne)			

Procédure

Les expériences ont été réalisées dans deux écoles françaises à Londres pendant les heures de classe. Le protocole suivait les règles générales d’éthique définies par le guide d’Helsinki pour les expériences humaines et a été approuvé par le comité éthique de l’université Macquarie de Sydney. Les participants étaient testés dans une pièce isolée de leur école. Ils étaient assis devant un ordinateur Dell latitude 131L. La session durait environ trente minutes.

La programmation de l'expérience avait été faite à l'aide du logiciel E-prime. Les participants réalisaient une session d'entraînement de 15 essais avant de commencer la session expérimentale qui consistait en une des trois versions expérimentales. Chaque essai consistait en la présentation successive d'une croix de fixation située au centre de l'écran (800 ms) suivie immédiatement de l'amorce visuelle (60 ms) puis apparaissait la cible visuelle au centre de l'écran jusqu'à ce que les participants répondent ou pour une durée maximale de 3000 ms. La tâche était une décision lexicale.

Résultats

Les latences ont été analysées avec un modèle linéaire à effets mixtes (Baayen, Davidson, & Bates, 2008, Winter, 2013) et les erreurs ont été analysées avec un modèle Logit à effets mixtes (Jaeger, 2008). Les participants et items ont été traités comme des effets aléatoires. Le niveau scolaire (CE2 et CM2) et la condition d'amorçage (O-P+, O-P- et NR) ont été traités comme des effets fixes. Le niveau scolaire a été traité comme un facteur inter-participant et intra-item. La condition d'amorçage a été traitée comme un facteur intra-participant et intra-item.

Toutes les données ont été analysées à l'aide du logiciel R version 2.14.2 (R Core Team, 2012) en utilisant le `lmer4` package (version 0.999999-0, Bates, Maechler, Bolker, 2012). Nous avons eu une approche avec une structure aléatoire maximale (Barr, Levy, Scheepers, & Tily, 2013) incluant tous les effets aléatoires selon le principe suivant: quand le facteur est inter-participant ou inter-item, un intercept aléatoire par participant ou par item a été utilisé et quand le facteur était intra-participant ou intra-item, une pente aléatoire par participant ou par item a été utilisée (i.e., intercepts et pentes pour les participants et items et pentes pour les effets fixes). Le même principe était appliqué pour les interactions. Les pentes

aléatoires par participants ou par items ont été utilisées pour chaque interaction pour lesquelles tous les facteurs comprenant l'interaction sont intra-participant et intra-item (Barr, Levy, Scheepers, & Tily, 2013). Nous avons regardé les effets principaux et les interactions selon une procédure pas à pas (Barr et al., 2013). Les facteurs sont rentrés séquentiellement dans le modèle et ne sont gardés que s'ils améliorent significativement le modèle. Le test de rapport de vraisemblance logarithmique (χ^2) a été utilisé pour tester la significativité.

Deux items ont été exclus de l'analyse parce que les taux d'erreurs étaient supérieurs à 30% (voir Annexe 4). Les données anormales (i.e., données au delà de 3 ET par participant) ont été écartées de l'analyse (0.96% des données). Le taux global d'erreurs était de 10.50% (pour le résumé des données voir le Tableau 13).

Tableau 13 : Etude 4 - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en fonction de la condition d'amorçage (phonologique, contrôle orthographique, non-reliée) pour les CE2 et les CM2.

Condition d'amorçage	CE2		CM2	
	Latence (ET)	Erreur (ET)	Latence (ET)	Erreur (ET)
O-P+	1000 (201)	11.04 (9.63)	852 (129)	5.12 (4.72)
O-P-	1048 (225)	13.56 (10.31)	873 (148)	8.93 (8.62)
NR	1050 (218)	12.97 (10.42)	893 (143)	8.01 (10.39)

Note. O-P+, Condition d'amorçage phonologique ; O-P-, Condition d'amorçage contrôle orthographique ; NR, Condition d'amorçage non-relié ; ET, Ecart Type

Latences

La comparaison des modèles montre que le facteur niveau scolaire a amélioré significativement le bon ajustement du modèle ($\chi^2(1) = 14.83, p < .001$). Ce résultat indique qu'il y avait un effet principal du niveau scolaire. La décision lexicale est en moyenne plus rapide chez les CM2 que chez les CE2 (873 ms et 1033 ms, respectivement). L'ajout du facteur condition d'amorçage a amélioré le bon ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 12.37, p = .002$) indiquant un effet principal de la condition d'amorçage. Par contre l'ajout de l'interaction entre niveau scolaire et condition d'amorçage n'a pas amélioré l'ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 0.86, p = .65$) indiquant que les effets d'amorçage ne sont pas différents chez les CE2 et les CM2.

L'analyse de contrastes orthogonaux sur les latences, tous participants confondus, indique que les latences sont plus courtes dans les conditions d'amorçage reliées considérées ensemble (O-P+, O-P-) comparé à la condition d'amorçage non-relié (Estimate = 9.809, $SE = 3.334, p = .003$). De plus, les latences étaient plus courtes en condition d'amorçage phonologique comparé à la condition d'amorçage contrôle orthographique (Estimate = 17.651, $SE = 6.444, p = .006$). Résumé des analyses dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Etude 4 - Résultats de l'analyse des contrastes orthogonaux sur les latences réalisés avec un modèle à effets mixtes, niveaux scolaires confondus (CE2 et CM2).

	Estimate	SE	t-value	p
Intercept	962.966	25.073	38.405	< .001
Contraste 1	9.809	3.334	2.942	0.003
Contraste 2	17.651	6.444	2.739	0.006

Note. Le Contraste 1 correspond à condition d'amorçage non-relié (NR) vs conditions d'amorçage relié (O-P+ et O-P-). Le Contraste 2 correspond à condition d'amorçage phonologique (O-P+) vs condition d'amorçage contrôle orthographique (O-P-).

Erreurs

La comparaison de modèles montrait que le facteur niveau scolaire améliorait significativement le bon ajustement du modèle ($\chi^2(1) = 10.51, p = .001$). Ce résultat indiquait qu'il y avait un effet principal du niveau scolaire. Les taux d'erreurs étaient plus faibles chez les CM2 que chez les CE2 (7.36 % et 12.52 %, respectivement). L'ajout du facteur condition d'amorçage tendait à améliorer le bon ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 4.82, p = .090$). En revanche, l'ajout de l'interaction entre niveau scolaire et condition d'amorçage n'améliorait pas l'ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 2.40, p = .30$) indiquant que les effets d'amorçage n'étaient pas différents chez les CE2 et les CM2.

Comme le facteur condition d'amorçage tendait à être significatif, nous avons réalisé une analyse de contrastes orthogonaux sur les erreurs en regroupant tous les participants (voir Tableau 13). Les résultats révélèrent que les taux d'erreurs étaient plus faibles uniquement dans la condition d'amorçage O-P+ comparé à la condition d'amorçage O-P- (Estimate = -0.213, $SE = 0.71, p = .001$). Résumé des analyses dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Etude 4 - Résultats de l'analyse des contrastes orthogonaux sur les erreurs réalisée avec un modèle à effets mixtes niveaux scolaires confondus (CE2 et CM2).

	Estimate	SE	z-value	p
Intercept	2.649	0.153	17.250	< .001
Contraste 1	-0.052	0.042	-1.231	0.11
Contraste 2	-0.213	0.071	-3.014	0.001

Note. Le Contraste 1 correspond à condition d’amorçage non-relié (NR) vs conditions d’amorçage relié (O-P+ et O-P-). Le Contraste 2 correspond à condition d’amorçage phonologique (O-P+) vs condition d’amorçage contrôle orthographique (O-P-).

Bien que l’interaction au niveau des latences entre niveau scolaire et condition d’amorçage ne soit pas significative ($\chi^2(2) = 0.86, p = .65$), par souci de rigueur, nous avons tout de même souhaité vérifier si la taille des effets phonologiques sont de même amplitude chez les CE2 et les CM2. Etant donné que nous obtenons un effet d’amorçage phonologique indépendamment du traitement de la petite quantité d’information orthographique partagée entre la cible et l’amorce, l’analyse des amplitudes d’amorçage phonologique a été faite en comparant les latences en condition d’amorçage phonologique aux latences en condition non-reliée. L’amplitude de l’amorçage phonologique de 50 ms (4,76 %) pour les CE2 et de 41 ms (4,05 %) pour les CM2, n’était pas significativement différente ($F < 1$).

Discussion Etude 4

Le premier objectif de l’Etude 4 est d’étudier l’activation automatique de la phonologie à partir d’une information orthographique (processus « fine-grained ») au cours du développement du système de traitement orthographique (processus « coarse-grained ») chez des jeunes lecteurs. Nous avons étudié le processus « fine-grained » isolément et donc dissocié du processus « coarse-grained ». Pour cela, nous avons limité au maximum le partage orthographique entre l’amorce et la cible. Nous avons réalisé une étude en amorçage masqué visuel inter-linguistique chez des élèves de CE2 et CM2. Les amorces étaient des pseudomots typiquement anglais dont l’orthographe était illégale en français et/ou pour lesquels la conversion écrit-son était différente en anglais par rapport à la conversion en français. Les cibles étaient des mots français. Nous avons pu également examiner une autre question cruciale concernant la lecture chez les jeunes lecteurs bilingues portant sur le partage des

représentations phonologiques par les deux langues c'est-à-dire des représentations phonologiques non-sélectives au langage.

Cette étude révèle deux résultats importants. Premièrement et pour la première fois, un effet d'amorçage phonologique masqué visuel est mis en évidence au cours d'une tâche de décision lexicale chez des jeunes lecteurs de CE2 et CM2. De plus, la taille de cet effet est constante quel que soit le niveau scolaire. Ce résultat suggère que la phonologie est rapidement et automatiquement activée à partir de l'écrit durant la reconnaissance visuelle de mots et que la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots est stable entre le CE2 et le CM2. Deuxièmement, et pour la première fois également, un effet d'amorçage phonologique masqué inter-linguistique est trouvé chez des jeunes lecteurs bilingues (français-anglais). Ce résultat suggère que les représentations phonologiques sous-lexicales ne sont pas sélectives à la langue mais partagées par les deux langues chez les jeunes lecteurs bilingues.

Le premier résultat supporte l'idée avancée par Booth et al. (1999) et Ziegler et al., (2013) qui est que les représentations phonologiques sont activées de manière rapide et automatique par le code orthographique chez les jeunes lecteurs. Cependant, dans l'étude de Booth et al., (1999) la tâche proposée aux enfants était l'écriture de la cible. Cette tâche, selon les auteurs, requiert l'intervention des représentations phonologiques. De plus, dans cette étude, les effets phonologiques portaient sur les erreurs. Ziegler et al., (2013) quant à eux avaient opté pour un paradigme d'amorçage sandwich avec une durée totale d'activation de la phonologie par le code orthographique de 97 ms avant la présentation de la cible ce qui ne peut être considéré comme un amorçage masqué. Dans notre étude, nous avons utilisé un classique paradigme d'amorçage masqué habituellement utilisé chez l'adulte. Le temps de présentation de

l'amorce était de 60 ms et l'effet d'amorçage phonologique était sur les latences. Les amorces phonologiques que nous avons sélectionnées permettaient uniquement une activation des représentations phonologiques sous-lexicales. Par conséquent, nos résultats apportent de manière irréfutable la preuve que les connexions entre les représentations orthographiques et les représentations phonologiques sous-lexicales sont bien établies au CE2 et CM2 et permettent une activation rapide et automatique de la phonologie à partir du code orthographique.

Nos résultats indiquaient également que la contribution de la phonologie était équivalente au CE2 et au CM2 suggérant que le processus « fine-grained » est déjà pleinement fonctionnel au CE2 alors que le système d'accès au lexique orthographique par le processus « coarse-grained » est encore en développement. Ce résultat va à l'encontre de l'idée selon laquelle l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques se développerait conjointement au développement de l'accès au lexique orthographique par le processus orthographique (Booth et al., 1999). En revanche, notre résultat est en accord avec la proposition Ziegler et al., (2013) qui soutient que l'activation automatique de la phonologie est maximale et stable à partir de la fin du CP jusqu'au CM2.

L'idée que le développement du processus « fine-grained » et le développement du processus « coarse-grained » soient indépendants (Ziegler et al. 2013) est très récente et n'est pas encore clairement expliquée. Une explication pourrait être la suivante. Étant donné que le recodage phonologique explicite est le processus initial de l'apprentissage de la lecture, qu'il n'existe que 130 graphèmes pour transcrire les 36 phonèmes de la langue française (Catach, 2003; Jaffré, 1992) et que ce recodage est très intensivement utilisé et de manière répétitive au début de l'apprentissage de la lecture, il est probable que les connexions sous-lexicales entre

orthographe et phonologie se mettent toutes en place assez rapidement et deviennent automatiques (e.g., les mots *rame, rater, racheter, rare, rage, ramener...* vont faire appel aux mêmes associations graphème-phonème r-a qui sera converti à de nombreuses reprises en /r-/a/). Dans ce cas, le processus « fine-grained » se développerait d'abord pour des unités lettres, graphèmes puis éventuellement pour des unités plus grandes telles que les syllabes par exemple. En revanche, la construction du lexique orthographique et l'accès à ses représentations lexicales se fait de manière plus progressive car chaque représentation lexicale orthographique doit être construite individuellement (Share, 1995). Il apparaît donc que le processus « coarse-grained » se développe différemment et plus lentement que le processus de recodage phonologique automatique « fine-grained ».

Le second résultat crucial de cette étude est que nous avons obtenu un effet amorçage masqué phonologique inter-linguistique. La reconnaissance du mot cible français a bénéficié de la présentation de l'amorce phonologique qui était un pseudomot typiquement anglais. Ce résultat suggère que l'amorce phonologique anglaise a activé de manière rapide et automatique les représentations phonologiques sous-lexicales lesquelles en retour ont été utilisées lors du processus de reconnaissance du mot cible français. Ce résultat, obtenu pour la première fois chez des jeunes lecteurs bilingues, fournit la preuve que l'activation des représentations phonologiques sous lexicales ne dépend pas de la langue mais que ces représentations sont partagées par les deux langues, ici le français et l'anglais.

A ce jour, il n'existe pas de modèle développemental de la lecture silencieuse bilingue. Les seuls modèles de lecture de deux langues sont chez l'adulte (BIA+, Dijkstra & Van Heuven, 1998, 2002 et BIA-d, Grainger, Midgley, & Holcomb, 2010). Le modèle BIA+ concerne les adultes bilingues et fait intervenir un processus de sélection de la langue à des niveaux élevés

du processus de lecture. Le modèle BIA-d concerne l'adulte monolingue apprenant une seconde langue. Dans ces deux cas, ces modèles ne sont pas adaptés pour interpréter nos résultats puisque notre étude porte sur des processus de plus bas niveau chez des enfants bilingues. Par conséquent, nous interpréterons nos résultats dans le cadre du modèle développemental multi-route de la lecture silencieuse monolingue (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011). Le recodage phonologique explicite et sériel utilisé au stade initial de la lecture est remplacé par un recodage phonologique automatique "fine-grained". En effet, les amorces étant présentées de manière subliminale, les processus mis en jeu sont ceux du traitement en parallèle et automatique des lettres de l'item. Cette activation rapide et automatique des représentations phonologiques à partir de l'écrit est déjà pleinement fonctionnelle au CE2. Le Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse pourrait être adapté pour des jeunes lecteurs bilingues et intégrer un accès non-sélectif à la langue des représentations phonologiques sous-lexicales à partir de l'écrit.

L'Etude 4 apporte, pour la première fois et de manière irréfutable, la preuve que la phonologie peut être activée de manière rapide et automatique à partir de l'écrit chez des enfants de CE2 et CM2. De plus, ce processus "fine-grained" semble déjà pleinement efficace au CE2 et rester stable du CE2 au CM2 alors que le processus « coarse-grained » est encore en cours de développement. Ceci suggère que le développement de ces deux processus est indépendant. Pour la première fois, un effet d'amorçage phonologique masqué interlinguistique est trouvé chez des jeunes lecteurs bilingues fournissant la preuve que les représentations phonologiques ne sont pas sélectives à la langue mais qu'il y a un partage de ces représentations phonologiques sous-lexicales par les deux langues.

2.3.2. Etude 5 – Bénéfice pour la reconnaissance des mots de l'activation automatique des représentations phonologiques

Introduction

L'objectif de l'Etude 5 est d'évaluer le bénéfice pour la reconnaissance de mots familiers de l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques et ce au cours du développement du système de traitement orthographique. Pour cela, nous avons étudié conjointement le processus « fine-grained » et le processus « coarse-grained » dans une étude en amorçage masqué visuel chez des élèves de CE2 et CM2.

L'Etude 4 nous indique clairement que l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques était déjà en place au CE2 et reste stable jusqu'au CM2. En effet, notre expérience en amorçage masqué inter-linguistique montre un effet d'amorçage phonologique (O-P+ vs O-P-). Ceci suggère un développement indépendant des processus « fine-grained » et « coarse-grained » puisque le processus « coarse-grained » est toujours en cours de développement durant cette période. Dans cette Etude 5, nous avons voulu apporter au système de reconnaissance de mots, en plus de l'information phonologique, une information orthographique utile à la reconnaissance du mot c'est-à-dire une information orthographique partagée par l'amorce et la cible. De cette façon, nous avons cherché à savoir si l'activation automatique des représentations phonologiques apportait un bénéfice supplémentaire à la reconnaissance des mots par rapport au bénéfice apporté par l'activation des représentations orthographiques. Nous avons donc comparé les conditions d'amorçage O+P+ et O+P-. Nous avons également cherché à savoir si ce bénéfice était égal au cours du développement du système de traitement de l'orthographe.

Nos hypothèses étaient les suivantes. Si le développement des deux processus « fine-grained » et « coarse-grained » est indépendant et que le processus « fine-grained » se développe précocement et reste stable alors que le processus « coarse-grained » est encore en cours de développement (Etude 3 ; Ziegler et al., 2013), on s'attend à une diminution du bénéfice de l'amorçage phonologique au CM2. En effet, si l'effet phonologique est constant et l'effet orthographique est croissant au cours du développement, la différence (ou bénéfice phonologique) entre ces deux effets devrait se réduire avec le développement. Alternativement, si les deux processus « fine-grained » et « coarse-grained » se développent de manière concomitante (Booth et al., 1999), on s'attend à un bénéfice de l'amorçage phonologique constant entre le CE2 et le CM2. Dans ce cas, si l'effet phonologique et l'effet orthographique croissent conjointement au cours du développement, la différence entre ces deux effets devrait rester constante avec le développement.

Méthode

Participants

Quarante quatre élèves de CE2 (âge moyen = 8 ans ; 11 mois, ET = 4 mois) et 49 élèves de CM2 (âge moyen = 10 ans ; 9 mois, ET = 6 mois) ont participé à cette étude. L'âge moyen de lecture de chacun des deux niveaux scolaires était respectivement 9 ans ; 1 mois (ET = 16 mois) et 10 ans ; 9 mois (ET = 21 mois) selon le test de lecture « l'Alouette » (Lefavrais, 1967).

Matériel

Le matériel était constitué de 44 mots et 44 pseudomots. Le nombre moyen de lettres était de 6.48 (ET = 1.39) et le nombre moyen de syllabes était de 1.75 (ET = 0.61). La fréquence moyenne des mots était de 142 occurrences par million (ET = 125). Trois types d'amorces ont

été créés (voir Tableau 16). Les amorces orthographique-phonologique (O+P+) étaient des fragments partageant l'information orthographique et phonologique avec les mots cible (e.g., lan-LANGUE). Ces amorces partageaient en moyenne 48% des phonèmes et 41% des lettres avec les mots cible. Les amorces orthographiques (O+P-) partageaient avec les mots cible l'information orthographique (e.g., la-LANGUE), soit 41% des lettres en moyenne. Enfin, les amorces non reliées (e.g., fo-LANGUE) ne partageaient ni phonème ni graphème à la même place avec les mots cible (voir Annexe 5). Trois versions expérimentales du matériel ont été créées pour éviter qu'un participant ne traite deux fois la même cible.

Tableau 16 : Etude 5 - Exemple d'items utilisés pour chacune des conditions et pourcentage d'information orthographique et phonologique partagée avec la cible.

Cible mot	Conditions d'amorçage		
	orthographique-phonologique (O+P+)	orthographique (O+P-)	non-reliée (NR)
LANGUE /lãg/	lan /lã/	la /la/	fo /fo/
lettres partagées phonèmes partagés (en moyenne)	41 % 48 %	41 % 26 %	0 % 0 %

Procédure

Les participants étaient testés dans une pièce isolée de leur école. Ils étaient assis devant un ordinateur Dell latitude 131L. La session durait environ 20 minutes. La programmation de l'expérience avait été faite à l'aide du logiciel E-prime. Les participants réalisaient une session d'entraînement de 15 essais avant de commencer la session expérimentale qui consistait en une des trois versions expérimentales. Chaque essai consistait en la présentation successive d'une croix de fixation située au centre de l'écran (800 ms) suivie immédiatement

de l’amorce (durée 66 ms) puis apparaissait la cible visuelle au centre de l’écran jusqu’à ce que les participants répondent ou pour une durée maximale de 3000 ms. La tâche était une décision lexicale.

Résultats

Les latences ont été analysées avec un modèle linéaire à effets mixtes (Baayen et al., 2008, Winter, 2013) et les erreurs ont été analysées avec un modèle Logit à effets mixtes (Jaeger, 2008). Les participants et items ont été traités comme des effets aléatoires. Le niveau scolaire (CE2 et CM2) et la condition d’amorçage (ortho-phonologique, orthographique et non relié) ont été traités comme des effets fixes. Le niveau scolaire a été traité comme un facteur inter-participant et intra-item. La condition d’amorçage a été traitée comme un facteur intra-participant et intra-item.

Toutes les données ont été analysées à l’aide du logiciel R version 2.14.2 (R Core Team, 2012) en utilisant le `lmer4` package (version 0.999999-0, Bates, Maechler, Bolker, 2012). Nous avons eu une approche avec une structure aléatoire maximale incluant tous les effets aléatoires selon le principe suivant: quand le facteur est inter-participant ou inter-item, un intercept aléatoire par participant ou par item était utilisé et quand le facteur était intra-participant ou intra-item, une pente aléatoire par participant ou par item était utilisée (i.e., intercepts et pentes pour les participants et items et pentes pour les effets fixes). Pour les interactions, les pentes aléatoires par participant et par item étaient utilisées pour chaque interaction pour lesquelles tous les facteurs comprenant l’interaction sont intra-participant et intra-item (Barr et al., 2013). Nous avons regardé les effets principaux et les interactions selon une procédure pas à pas (Barr et al., 2013). Les facteurs sont rentrés séquentiellement dans le

modèle et ne sont gardés que s'ils améliorent significativement le modèle. Le test de rapport de vraisemblance logarithmique (χ^2) a été utilisé pour tester la significativité.

Les données anormales (i.e., données au delà de 3 ET par participant) étaient écartées de l'analyse (0.05% des données). Le taux global d'erreurs était de 13.24% (pour le résumé des données voir Tableau 17).

Tableau 17 : Etude 5 - Latences moyennes (ms) et taux d'erreurs moyens (%) en fonction de la condition d'amorçage (orthographique-phonologique, orthographique et non-reliée) pour les CE2 et CM2.

Condition d'amorçage	CE2		CM2	
	Latence (ET)	Erreur (ET)	Latence (ET)	Erreur (ET)
O+P+	1006 (183)	13.98 (11.81)	870 (186)	11.03 (10.02)
O+P-	1056 (249)	14.12 (9.10)	848 (148)	11.29 (9.10)
NR	1082 (246)	17.60 (14.37)	911 (200)	12.27 (10.52)

Note. O+P+, Condition d'amorçage orthographique-phonologique ; O+P-, Condition d'amorçage orthographique ; NR, Condition d'amorçage non-reliée ; ET, Ecart Type

Latences

La comparaison des modèles montre que le facteur niveau scolaire a amélioré significativement le bon ajustement du modèle ($\chi^2(1) = 53.91, p < .001$). Ce résultat indique qu'il y a un effet principal du niveau scolaire. La décision lexicale est en moyenne plus rapide chez les CM2 que chez les CE2 (923 ms et 1080 ms, respectivement). L'ajout du facteur condition d'amorçage a amélioré le bon ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 18.20, p < .001$) indiquant un effet principal de la condition d'amorçage. L'ajout de l'interaction entre niveau

scolaire et condition d'amorçage a amélioré également le bon ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 6.37, p = .041$) indiquant que les effets d'amorçage sont différents chez les CE2 et les CM2.

Une analyse de *contrastes orthogonaux* a été réalisée pour chaque niveau scolaire (résumé de l'analyse dans le Tableau 18).

Résultats pour les CE2

L'analyse de *contrastes orthogonaux* sur les latences des CE2 indique un effet principal de la condition d'amorçage ($\chi^2(2) = 10.25, p = .006$). De plus, les résultats indiquent que les latences sont plus courtes dans les conditions d'amorçage reliées considérées ensemble (O+P+ et O+P-) comparé à la condition d'amorçage non relié (Estimate = 17.984, SE = 6.535, $p = .006$). De plus, les latences étaient plus courtes en condition d'amorçage orthographique-phonologique (O+P+) comparé à la condition d'amorçage orthographique (O+P- ; Estimate = -21.935, SE = 10.974, $p = .046$).

Résultats pour les CM2

L'analyse de *contrastes orthogonaux* sur les latences des CM2 indique un effet principal de la condition d'amorçage ($\chi^2(2) = 17.09, p < .001$). De plus, les résultats indiquent que les latences sont plus courtes dans les conditions d'amorçage reliées considérées ensemble (O+P+ et O+P-) comparé à la condition d'amorçage non relié (Estimate = 10.932, SE = 4.530, $p < .001$). Par contre, les latences n'étaient pas significativement différentes entre la condition d'amorçage orthographique-phonologique (O+P+) et la condition d'amorçage orthographique (O+P- ; Estimate = 9.015, SE = 7.074, $p = .20$).

Tableau 18 : Etude 5 - Résultats de l'analyse des contrastes orthogonaux sur les latences réalisée avec un modèle à effets mixtes pour chaque niveau scolaire (CE2 et CM2).

	Estimate	SE	t-value	p
CE2				
Intercept	1054.607	36.136	29.183	< .001
Contraste 1	17.983	6.535	2.751	0.006
Contraste 2	-21.934	10.973	-1.998	0.046
CM2				
Intercept	880.694	26.872	32.773	< .001
Contraste 1	17.931	4.529	3.958	< .001
Contraste 2	9.014	7.074	1.274	0.20

Note. Le Contraste 1 correspond à condition d'amorçage non relié e vs conditions d'amorçage relié (orthographique-phonologique et orthographique). Le Contraste 2 correspond à condition d'amorçage ortho-phonologique vs condition d'amorçage orthographique.

Erreurs

La comparaison de modèles montre que le facteur niveau scolaire améliore significativement le bon ajustement du modèle ($\chi^2(1) = 8.16, p = .004$). Ce résultat indique qu'il y a un effet principal du niveau scolaire. Le taux d'erreur moyen est plus faible chez les CM2 que chez les CE2 (11.56 % et 15.58 %, respectivement). L'ajout du facteur condition d'amorçage n'a pas amélioré l'ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 2.15, p = .34$). De même, l'ajout de l'interaction entre niveau scolaire et condition d'amorçage n'a pas amélioré l'ajustement du modèle ($\chi^2(2) = 0.89, p = .64$).

Discussion Etude 5

L'Etude 5 a pour objectif d'évaluer le bénéfice supplémentaire apporté par l'activation automatique des représentations phonologiques par rapport au bénéfice apporté par l'activation automatique des représentations orthographiques pour la reconnaissance des mots familiers chez des jeunes lecteurs plus ou moins avancés dans l'apprentissage de la lecture.

Pour cela, nous avons étudié conjointement le processus « fine-grained » et le processus « coarse-grained » dans une étude en amorçage masqué visuel chez des élèves de CE2 et CM2. Les amorces étaient de trois types : orthographique-phonologique (O+P+ ; e.g., lan-LANGUE), orthographique (O+P- ; e.g., la-LANGUE) et non-relié (NR ; e.g., fo-LANGUE).

Nos résultats montrent que les CE2 ont bénéficié de l'amorçage orthographique-phonologique (comparaison des conditions O+P+ vs O+P-) mais n'ont pas bénéficié de l'amorçage orthographique (comparaison des conditions O+P- vs NR). Ces résultats indiquent que c'est l'information phonologique contenue dans l'amorce orthographique-phonologique (O+P+) qui a permis la facilitation de la reconnaissance des mots écrits en activant de manière rapide et automatique les représentations phonologiques. Ceci confirme les résultats obtenus dans l'Etude 4 ainsi que dans les études de Booth et al. (1999) et Ziegler et al. (2013) et supporte l'idée que le processus « fine-grained » est déjà fonctionnel au CE2 (Ziegler, et al., 2013). En revanche, les résultats indiquent que l'information orthographique fournie par l'amorce orthographique (O+P-) n'a pas permis la facilitation de la reconnaissance des mots. Ceci suggère que le processus « coarse-grained » n'est pas encore suffisamment développé chez les élèves de CE2 pour traiter de manière efficace la quantité d'information orthographique contenue dans l'amorce orthographique.

Concernant les CM2, la reconnaissance de mots a bénéficié de l'amorce orthographique (O+P-) mais n'a pas montré de bénéfice supplémentaire lié à la présentation de l'amorce orthographique-phonologique (O+P+). Ces résultats indiquent que le processus « coarse-grained » est suffisamment développé pour traiter efficacement la quantité d'information orthographique fournie par les amorces. Même si les représentations phonologiques ont été activée de manière rapide et automatique (Etude 4, Booth et al., 1999 ; Ziegler et al, 2013),

cela n'a pas apporté de bénéfice supplémentaire au bénéfice apporté par l'activation des représentations orthographiques. Ces résultats suggèrent que le processus « coarse-grained » est devenu au moins aussi efficace que le processus « fine-grained ».

D'un point de vue développemental, nos résultats suggèrent que le traitement rapide et automatique de la phonologie se met en place rapidement au cours de l'apprentissage de la lecture alors que le développement du processus « coarse-grained » est plus lent et son efficacité est plus tardive. Ces résultats supportent l'idée d'un développement indépendant des deux processus « fine-grained » et « coarse-grained ». Ils sont en accord avec ceux de Ziegler et al. (2013) qui montrent un effet phonologique très précoce, dès la fin du CP et stable jusqu'au CM2 et un effet lettres-transposées, supposé refléter le processus « coarse-grained », qui augmente au cours de l'acquisition de la lecture. En revanche, nos résultats remettent en cause la proposition de Booth et al. (1999) d'un co-développement des traitements phonologique et orthographique. Selon nos résultats, il semble que le recodage phonologique sous-lexical est intensivement entraîné dès le tout début de la lecture. D'abord lent et explicite, ce recodage phonologique sous-lexical deviendrait assez rapidement automatique du fait de la fréquence élevée de chaque conversion graphème-phonème et du faible nombre de ces conversions (130 graphèmes pour 36 phonèmes en français, Catach, 2003 ; Jaffré, 1992). Le traitement orthographique aurait un développement plus lent et l'achèvement de ce développement serait plus tardif pour plusieurs raisons. Premièrement, au tout début de l'apprentissage de lecture, c'est le recodage phonologique qui est utilisé puisque le processus purement orthographique n'est pas encore établi. Deuxièmement, il faut plusieurs recodages phonologiques du même mot pour installer sa représentation orthographique (Share, 1995) et chaque représentation orthographique doit être installée individuellement.

Troisièmement, le nombre de bigrammes est élevé (704 bigrammes selon Manulex Infra, Lété et al., 2004) et la carte des positions relatives des lettres est spécifique à chaque mot. Quatrièmement, le nombre de représentations orthographiques à installer pour un enfant est très important. En effet, il a été estimé qu'à partir du CE2, un enfant peut rencontrer jusqu'à 3000 nouveaux mots par an lors de ses lectures (Nagy & Herman, 1984). De plus, le lexique orthographique continue à s'étoffer tout au long de la vie dès lors que le lecteur rencontre un nouveau mot. Tous ces éléments pourraient expliquer que le développement du processus « coarse-grained » soit plus lent et avec une pleine efficacité plus tardive.

Replacés dans le cadre du modèle développemental multi-route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) nos résultats sont expliqués par les processus « fine-grained » et « coarse-grained ». Selon le modèle, l'information orthographique est traitée simultanément de deux manières. Premièrement, par un processus « fine-grained » permettant une mise en correspondance rapide et automatique des graphèmes (dans l'ordre) avec les phonèmes et donc un recodage phonologique rapide et automatique. Nos résultats confirment que ce processus "fine-grained" est déjà en place et pleinement fonctionnel dès le CE2. Deuxièmement, par un processus « coarse-grained » qui permet un accès purement orthographique au lexique orthographique. Nos résultats suggèrent que le processus « coarse-grained » est fonctionnel mais pas encore très efficace au CE2. Il se développe avec l'expérience en lecture et devient plus efficace au CM2. Dans leur modèle développemental, Grainger et collaborateurs regroupent ces deux processus orthographiques dans une seule étape suggérant un co-développement de ces deux processus. Nos résultats suggèrent que ces deux processus se développent de manière indépendante et que le

développement du processus « fine-grained » est achevé avant le développement du processus « coarse-grained ».

2.3.3. Discussion Etude 4 et Etude 5

Pour la première fois, une décision lexicale en amorçage phonologique masqué montre que les représentations phonologiques sont activées de manière rapide et automatique chez les jeunes lecteurs. Cette activation semble pleinement fonctionnelle dès le CE2 et reste constante jusqu'au CM2 (Etude 4 ; Ziegler et al., 2013). Ce qui signifie que le système de reconnaissance de mots est capable de traiter les lettres de manière parallèle au moins pour une petite quantité de lettres (les amorces comportaient en moyenne 3,50 lettres dans l'Etude 4 et 2,67 lettres dans l'Etude 5). Ce résultat indique que le processus « fine-grained » est déjà pleinement fonctionnel au CE2 et continue de l'être au CM2. La reconnaissance des mots chez les CE2 et CM2 bénéficie de l'activation rapide et automatique de la phonologie lorsque le processus « fine-grained » fonctionne isolément c'est-à-dire dissocié du processus « coarse-grained » (Etude 4). Lorsqu'on permet au système d'utiliser les deux processus « fine-grained » et « coarse-grained », les résultats sont différents selon l'expérience en lecture (Etude 5). Pour les enfants ayant une expérience intermédiaire en lecture (CE2), la reconnaissance des mots continue à bénéficier du processus « fine-grained » mais pas encore du processus « coarse-grained ». Il est probable que le processus « coarse-grained » ne soit pas encore suffisamment développé pour traiter de manière précise la petite quantité de lettres contenue dans les amorces. Pour les enfants ayant une expérience avancée de la lecture (CM2), la reconnaissance des mots bénéficie du processus « coarse-grained » signifiant que ce processus « coarse-grained » devient efficace. A ce stade du développement, le processus « coarse-grained » deviendrait aussi efficace que le processus « fine-grained ». Ceci expliquerait le fait que la reconnaissance des mots ne bénéficie plus de l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques. En effet, même si cette activation existe

(Etude 4), elle n'apparaît pas dans les mesures comportementales puisque son action est masquée par le bénéfice apporté par l'activation des représentations orthographiques.

Dans le cadre du modèle développemental multi-route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011), nos résultats suggèrent que les processus « fine-grained » et « coarse-grained » se développent de manière indépendante. Le développement du processus « fine-grained » serait achevé avant le développement du processus « coarse-grained ». Ce qui signifie que le traitement en parallèle des lettres est déjà en place. Plus encore, même si le développement du processus « coarse-grained » dépend du traitement en parallèle des lettres, cette condition est nécessaire mais pas suffisante pour un développement achevé de ce processus. Dans leur modèle développemental, Grainger et collaborateurs regroupent ces deux processus orthographiques dans une seule étape (l'étape 3, sous divisée en 3a pour le processus « coarse-grained » et 3b pour le processus « fine-grained ») suggérant un co-développement de ces deux processus. Nos résultats indiquent plutôt que le traitement en parallèle des lettres (étape 2 du modèle) se développerait conjointement au processus « fine-grained » (étape 3b du modèle) et que le développement du processus « coarse-grained » s'achèverait plus tard.

D'un point de vue méthodologique, traditionnellement dans les expériences chez le lecteur expert et chez les jeunes lecteurs, on compare d'une part, la condition d'amorçage orthographique (O+P-) à la condition d'amorçage non-relié (NR) pour évaluer l'effet orthographique et, d'autre part, la condition d'amorçage orthographique-phonologique (O+P+) à la condition d'amorçage orthographique (O+P-) pour évaluer l'effet phonologique. Chez les jeunes lecteurs (débutants et intermédiaires), le développement du processus « fine-grained » semble être achevé avant le processus « coarse-grained », il serait alors plus

judicieux de comparer la condition d'amorçage orthographique-phonologique (O+P+) à la condition d'amorçage non-relié (NR) pour évaluer l'effet phonologique total dû au processus « fine-grained », de comparer la condition d'amorçage orthographique (O+P-) à la condition d'amorçage non-relié (NR) pour rendre compte du développement du processus « coarse-grained » et enfin, d'évaluer le bénéfice supplémentaire lié à l'amorçage phonologique comparant la condition d'amorçage orthographique-phonologique (O+P+) à la condition d'amorçage orthographique (O+P-). Lorsque la condition d'amorçage orthographique (O+P-) montre le même effet d'amorçage que la condition d'amorçage phonologique, cela signifie que le processus « coarse-grained » est aussi efficace que le processus « fine-grained ». Lorsque le développement du processus « coarse-grained » est achevé, les comparaisons peuvent se faire de manière classique. On ne parlera alors plus que de bénéfice lié l'activation des représentations phonologiques et non plus d'activation phonologique lors de la reconnaissance de mots.

2.3.4. En résumé

L'Etude 4 et Etude 5 montrent clairement que les représentations phonologiques sont activées de manière rapide et automatique au cours de la reconnaissance des mots écrits familiers chez les jeunes lecteurs alors que le processus purement orthographique est en cours de développement. Cette activation semble déjà pleinement efficace dès le CE2 et rester stable au moins jusqu'au CM2. Lorsque le développement du processus purement orthographique est moins avancé (CE2), la reconnaissance des mots écrits bénéficie de l'activation rapide et automatique de la phonologie. Lorsque le développement du processus purement orthographique est bien avancé (CM2), la reconnaissance des mots écrits bénéficie de l'activation rapide et automatique de l'orthographe mais ne bénéficie plus de l'activation

rapide et automatique de la phonologie. Ceci suggère que le développement des deux processus est indépendant. Le développement du processus « fine-grained » est en avance sur le développement du processus « coarse-grained » chez les jeunes lecteurs ce dernier finissant par devenir au moins aussi efficace que le processus « fine-grained ».

***DISCUSSION GENERALE -
PERSPECTIVES***

Discussion Générale

Tout l'enjeu des premières années d'apprentissage de la lecture est de mettre en place un système de reconnaissance des mots permettant un accès rapide et automatique au lexique. Dans cette construction, la phonologie joue un rôle fondamental en permettant l'installation des représentations orthographiques grâce au recodage phonologique. A ce jour, chez les jeunes lecteurs, nous avons peu d'informations sur l'implication de la phonologie lorsque la lecture lexicale est fonctionnelle.

L'objectif principal de cette thèse était d'étudier le rôle de la phonologie au cours de la reconnaissance des mots écrits chez les jeunes lecteurs plus ou moins avancés dans l'apprentissage de la lecture. Nous nous sommes intéressés à trois questions. La première question portait sur la nature et le format des représentations phonologiques impliquées dans

la reconnaissance des mots écrits. La seconde question posait le problème de la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots en fonction de l'expérience en lecture. Enfin, la troisième question était de savoir si l'activation du code phonologique au cours de la reconnaissance des mots pouvait être rapide et automatique et quel bénéfice cette activation apportait à la reconnaissance des mots. Pour étudier ces différentes questions, nous avons utilisé le paradigme de l'amorçage qui permet de rendre compte, en temps réel et de manière précise, des processus engagés dans la reconnaissance des mots. Nos études ont été menées chez des enfants tout-venant peu avancés (CE1/CE2) et plus avancés (CM2) dans l'apprentissage de la lecture.

La discussion générale aborde successivement les trois questions étudiées au cours de ce travail de thèse. Pour chaque question, nous présentons un résumé de nos résultats et une interprétation. Un récapitulatif de nos résultats est présenté dans le Tableau 19. Puis nous proposons une version révisée du modèle développemental multi-route de la lecture silencieuse (Grainger et al., 2012 ; Grainger & Ziegler, 2011) qui tient compte de nos résultats. Enfin, nous exposons les perspectives de recherche à venir

Tableau 19 : Tableau de synthèse des résultats obtenus dans ce travail de thèse.

Chapitre 1 : Nature et format des représentations phonologiques			
Etude 1 : Traitement des pseudomots			
<i>Expériences</i>	<i>items</i>	<i>classes</i>	<i>Résultats</i>
Expérience 1 Décision Lexicale Visuelle	<i>derrible</i> <i>jerrible</i> <i>(terrible)</i>	CE2 et CM2	Le traitement des pseudomots implique les représentations phonologiques du langage oral Format Trait phonétique
Expérience 2 Décision Lexicale Auditive	<i>/deRibl/</i> <i>/ʒeRibl/</i> <i>(/teRibl/)</i>	CE2 et CM2	Format Trait phonétique
Etude 2 : Traitement des mots			
Expérience 3 Go/no-go Amorçage fragment Audio-Visuel	<i>/bRə/-BREBIS</i> <i>/pRə/-BREBIS</i> <i>/fRə/-BREBIS</i> <i>/sta/-BREBIS</i>	CE1 et CM2	Le traitement des mots implique les représentations phonologiques du langage oral Format Phonème
Expérience 4 Go/no-go Amorçage fragment Audio-Audio	<i>/bRə/- /bRəbi/</i> <i>/pRə/- /bRəbi/</i> <i>/fRə/- /bRəbi/</i> <i>/sta/- /bRəbi/</i>	CE1 CM2	Format Trait phonétique Format Phonème
Chapitre 2 : Contribution de la phonologie au cours du développement du système orthographique			
Etude 3 : Evolution de la contribution de la phonologie en fonction de l'expérience en lecture			
Décision Lexicale Amorçage Audio-Visuel	Mots fréquents <i>/lyn/-LUNE</i> <i>/bɛt/-LUNE</i> Mots moins fréquents <i>/zon/-ZONE</i> <i>/lam/-ZONE</i>	CE2 et CM2	Contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots Contribution de la phonologie lorsque les représentations orthographiques sont peu spécifiées > Contribution de la phonologie lorsque les représentations orthographiques sont bien spécifiées
Chapitre 3 : Activation automatique des représentations phonologiques			
Etude 4 : Mise en évidence d'une activation automatique des représentations phonologiques			
Amorçage Visuel Inter-linguistique	<i>shee-CHIFFRE</i> <i>thor-CHIFFRE</i> <i>spoo-CHIFFRE</i>	CE2 et CM2 bilingues	Activation rapide et automatique des représentations phonologiques
Etude 5 : Bénéfice pour la reconnaissance des mots de l'activation des représentations phonologiques			
Amorçage Visuel	<i>lan-LANGUE</i> <i>la-LANGUE</i> <i>fo-LANGUE</i>	CE2 CM2	La reconnaissance des mots bénéficie de l'activation des représentations phonologiques La reconnaissance des mots bénéficie de l'activation des représentations orthographiques

Nature et format des représentations phonologiques impliquées dans la reconnaissance des mots écrits chez des lecteurs plus ou moins avancés dans l'apprentissage de la lecture.

L'Etude 1 et l'Etude 2 montrent que le traitement silencieux du langage écrit fait intervenir les représentations phonologiques du langage oral chez les jeunes lecteurs que ce soit dans le traitement silencieux des pseudomots, c'est-à-dire le recodage phonologique (Expérience 1) ou dans la reconnaissance des mots familiers (Expérience 3). L'Expérience 1 (e.g., *derrible* vs *jerrible*) indique que le traitement des pseudomots écrits met en jeu des représentations phonologiques du langage oral telles que les traits phonétiques et ce, quel que soit le stade de l'apprentissage de la lecture (CE2 et CM2). Il est probable qu'ici l'activation partielle de la représentation phonologique lexicale par le jeu du recodage phonologique (i.e., proportionnelle au nombre de traits phonétiques partagés entre le pseudomot et la cible) soit à l'origine de l'effet trait phonétique. Il est intéressant de constater que le traitement des mêmes pseudomots mais présentés auditivement montre le même résultat (Expérience 2). Les résultats de ces deux expériences suggèrent que le recodage phonologique met en jeu des processus phonologiques qui sont les mêmes que ceux engagés dans le traitement de la parole. L'Expérience 3, en amorçage inter-modal (e.g., /bRə/ ; /pRə/ ; /fRə/ - BREBIS), indique que le traitement des mots écrits bénéficie de l'amorçage fragment auditif suggérant un partage des représentations phonologiques sous-lexicales entre le système de traitement de l'écrit et le système de traitement de la parole. De plus, cette étude montre que pour la reconnaissance de mots familiers, le format de la plus petite unité phonologique utile est le phonème. Les résultats suggèrent que dès le CE1, les connexions entre les représentations des lettres et celles des phonèmes sont bien installées. Ces connexions sont probablement le résultat d'une mise en correspondance systématique entre les lettres et les phonèmes au cours du recodage phonologique en début d'apprentissage de la lecture (Castles et al., 2003 ; Ehri & Soffer,

1999 ; Ehri & Wilce, 1980 ; Johnston et al., 1996 ; Mann & Wimmer, 2002 ; Wimmer et al., 1991). Le traitement de l'écrit utilise des unités phonologiques plus abstraites (phonèmes) que celles utilisées pour le traitement des mots parlés (traits phonétiques). En effet, l'Expérience 4 (version en modalité auditive de l'Expérience 3) indique que le traitement de la parole utilise le format trait phonétique (CE2). Néanmoins, de manière intéressante, les résultats de l'Expérience 4 suggèrent qu'après plusieurs années d'apprentissage de la lecture (CM2), une restructuration des représentations phonologiques (Metsala & Walley, 1998 ; Walley, Metsala, & Garlock, 2003) ou un processus de rétroaction orthographique (Ventura et al., 2007, 2008) ont une influence sur le traitement de la parole. En effet, les résultats indiquent que, contrairement au lecteur débutant pour qui le traitement de la parole prend en compte le trait phonétique, chez le lecteur avancé, le phonème devient une unité sous-lexicale pertinente pour le traitement de la parole. Cette question d'une éventuelle rétroaction orthographique lors du traitement de la parole est une question qui doit être approfondie.

Contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots en fonction de l'expérience en lecture.

L'Etude 3 examinait la contribution du code phonologique à la reconnaissance des mots écrits en fonction de l'expérience en lecture. L'expérience en lecture était envisagée à deux niveaux : au niveau du développement général du système de reconnaissance des mots (niveaux scolaires CE2 et CM2) et au niveau du développement plus spécifique au mot (mots fréquents et moins fréquents). Les résultats de cette étude en amorçage intermodal (e.g., /lyn/-LUNE) indiquent clairement que la phonologie continue à être impliquée dans la reconnaissance des mots écrits familiers chez les jeunes lecteurs même après plusieurs années d'apprentissage de la lecture (CE2 et CM2). Ceci signifie que même si le système de

reconnaissance de mots utilise une procédure lexicale (e.g., Acha & Perea, 2008 ; Aghababian & Nazir, 2000 ; Burani et al., 2002 ; Booth et al., 1999; Castles et al., 1999; Castles et al., 2007 ; Delahaie et al., 2007 ; Martens & de Jong, 2006 ; McConkie, al., 1991 ; Zoccolotti et al., 2009), l'implication des représentations phonologiques n'est pas optionnelle. Ceci suggère que le processus « fine-grained » (i.e., activation rapide et automatique des représentations phonologiques sous-lexicales à partir de l'item écrit) est fonctionnel au moins dès le CE2. De plus, nos résultats suggèrent que la contribution phonologique est dépendante de la spécification des représentations phonologiques. En effet, il semble que dès que les représentations orthographiques sont bien spécifiées, la contribution de la phonologie reste stable même si l'expérience en lecture continue de croître (Ziegler et al., 2013). Ceci suggère que la contribution phonologique à la reconnaissance des mots est indépendante du développement général du processus d'accès au lexique orthographique. En revanche, lorsque les représentations orthographiques ne sont encore bien spécifiées (Perfetti, 1995), la contribution de la phonologie à la reconnaissance des mots est plus importante. Ceci suggère que dans ce cas, le système de reconnaissance des mots s'appuie plus sur le processus phonologique. Ce résultat est en accord avec l'hypothèse selon laquelle l'implication de la phonologie diminue avec l'apprentissage de la lecture (e.g., Grainger et al., 2012 ; Sprenger-Charolles et al., 2003). Cependant, nous précisons ici que cette diminution s'opère en lien avec la spécification des représentations orthographiques. En revanche, l'implication de la phonologie ne disparaît pas même lorsque le système de reconnaissance des mots est bien développé (CM2). En cela, nos résultats soutiennent l'hypothèse d'une implication stable du code phonologique au cours de l'apprentissage de la lecture (Ziegler et al., 2013).

Un aspect important de cette étude est que nous avons écarté la question du processus orthographique au cours de l'amorçage en réalisant un amorçage « purement » phonologique

(nos amorces étaient auditives). Classiquement, les études examinant l'implication de la phonologie dans la reconnaissance des mots utilisent des amorces visuelles (Davis et al., 1998 ; Booth et al., 1999 ; Ziegler et al., 2013). Il est alors difficile de déterminer l'implication du code phonologique puisqu'il dépend d'un traitement orthographique préalable qui est lui-même en cours de développement chez les jeunes lecteurs.

Activation rapide et automatique de la phonologie au cours de la reconnaissance des mots

L'Etude 4 montre, pour la première fois de manière irréfutable, que le code phonologique est activé de manière rapide et automatique au cours de la reconnaissance des mots écrits familiers chez les jeunes lecteurs (CE2 et CM2). En effet, l'amorçage O-P+ (e.g., shee-CHIFFRE), comparée à l'amorçage O-P- (e.g., thor-CHIFFRE), montre une facilitation de la reconnaissance des mots. Nos résultats suggèrent que cette activation rapide et automatique du code phonologique est déjà efficace dès le CE2 et qu'elle est toujours présente chez les CM2. Ceci signifie que le processus « fine-grained » est déjà fonctionnel au CE2. Il semble même qu'il soit déjà pleinement fonctionnel au CE2 puisque nos résultats indiquent également qu'entre le CE2 et le CM2, cette activation n'augmente pas mais au contraire reste stable. Des études ont montré que le processus « coarse-grained » (i.e., activation rapide et automatique de la représentation orthographique lexicale à partir de l'item écrit via la carte des positions relatives des lettres) est toujours en cours de développement à ces stades de l'apprentissage de la lecture (Acha & Perea, 2008; Castles et al., 1999; Castles et al., 2007; Lété, & Fayol, 2013; Ziegler et al., 2013). Notre Etude 5 est en accord avec cette idée puisque les résultats montrent une augmentation de l'amplitude de l'amorçage orthographique entre le CE2 et le CM2 (O+P- vs NR ; e.g., la-LANGUE vs fo-LANGUE). Tous ces résultats

suggèrent que d'une part, le processus « fine-grained » devient pleinement efficace précocement et d'autre part, le processus « coarse-grained » se développe plus lentement. Il semble donc que les deux processus « coarse-grained » et « fine-grained » aient des développements indépendants. Ces résultats sont en accord avec la proposition de Ziegler et al. (2013) selon laquelle le développement du processus « fine-grained » est achevé très précocement lors du développement du système de reconnaissance des mots alors que le développement du processus « coarse-grained » se réalise entre le CP et le CM2.

L'Etude 5 indique que lorsque le développement du processus « coarse-grained » est moins avancé (CE2), la reconnaissance des mots écrits bénéficie de l'activation rapide et automatique du code phonologique (O+P- vs O+P+ ; e.g., la-LANGUE vs lan-LANGUE). En revanche, lorsque le développement du processus « coarse-grained » est bien avancé (CM2), la reconnaissance des mots écrits bénéficie l'activation rapide et automatique du code orthographique mais ne bénéficie plus de l'activation rapide et automatique du code phonologique. Ce résultat suggère que le processus « coarse-grained » a gagné en efficacité et devient, au moins, aussi efficace que le processus « fine-grained ». Ceci semble confirmer que les deux processus se développent de manière indépendante, le développement du processus « fine-grained » serait en avance sur le développement du processus « coarse-grained ». Lorsque le processus « coarse-grained » n'est pas encore pleinement efficace (CE2), la reconnaissance des mots bénéficie de l'activation rapide et automatique des représentations phonologiques (processus « fine-grained »). En effet, l'amorçage O+P+ facilite plus la reconnaissance des mots (50 ms) que l'amorçage O+P-. En revanche, lorsque le processus « coarse-grained » est efficace (CM2), la reconnaissance des mots commence à bénéficier de l'activation rapide et automatique des représentations orthographiques. En effet, l'amorçage O+P- facilite plus la reconnaissance des mots (22 ms) que l'amorçage O+P+. En outre, ces

résultats suggèrent que le système de traitement en parallèle des lettres (matrice alphabétique), dont dépend le processus « fine-grained » se met en place conjointement au processus « fine-grained ». Cette question est à approfondir.

Phonologie non-sélective à la langue chez des enfants bilingues

En parallèle de notre sujet de thèse, l'Etude 4 apporte un autre résultat crucial concernant la reconnaissance des mots familiers chez les enfants bilingues. L'effet amorçage masqué phonologique inter-linguistique obtenu (e.g., shee-CHIFFRE) indique que la reconnaissance du mot cible français a bénéficié de la présentation de l'amorce phonologique anglaise (i.e., pseudomot fragment typiquement anglais). Ce résultat suggère que l'amorce phonologique anglaise active de manière rapide et automatique les représentations phonologiques sous-lexicales lesquelles en retour sont utilisées lors du processus de reconnaissance du mot cible français (Brybaert et al., 1999 ; Van Wijnendaele & Brybaert, 2002). Ce résultat, obtenu pour la première fois chez des jeunes lecteurs bilingues, fournit la preuve que l'activation des représentations phonologiques sous lexicales ne dépend pas de la langue mais que ces représentations sont partagées par les deux langues, ici le français et l'anglais. Ce résultat ouvre un champ d'études à venir. Il serait à la fois nécessaire de préciser nos résultats en répliquant cette étude auprès de groupes d'enfants plus homogènes en termes de langue maternelle, de tester les effets de la langue première vers la langue seconde et vice-versa, de tester en fonction du niveau de compétences dans les deux langues. Il serait également intéressant d'ouvrir cette question à d'autres langues alphabétiques mais également non alphabétiques.

Dans l'Etude 4, l'amorce anglaise et le début de la cible française ne correspondent pas exactement à la même prononciation. Par exemple, l'amorce anglaise *daw* /dɔː/ et le mot cible français associé *DOSSIER* /dosje/ ne partagent pas strictement le même son situé en seconde position (respectivement /ɔː/ et /o/). En effet, le son /ɔː/ est un son long avec une ouverture moyenne mi-ouverte alors que /o/ est un son court avec une ouverture moyenne mi-fermée. D'un point de vue strictement descriptif, /ɔː/ et /o/ sont considérés comme des phonèmes différents. Néanmoins, la cible a bénéficié de la présentation de l'amorce. Or les résultats obtenus à l'Expérience 3 (e.g., /bRə/, /pRə/, /fRə/ -BREBIS) montrent que seul le phonème identique à la cible (i.e., /b/ pour BREBIS) facilite la reconnaissance du mot. Une explication est que, étant donné que la distance entre les phonèmes /ɔː/ et /o/ est très courte, des phonèmes proches comme /ɔː/ et /o/ sont considérés par le système de traitement de la parole comme des allophones (Scarborough & Brady, 2002) inter-langues du même phonème et activent la même représentation phonémique abstraite. Ceci pourrait expliquer pourquoi l'amorce visuelle *daw* facilite la reconnaissance du mot *DOSSIER*. Cette question devrait être approfondie lors de recherches à venir.

Proposition d'une version révisée du modèle développemental multi-route de la lecture silencieuse de Grainger et Ziegler (2011).

Nous proposons une version révisée du modèle développemental multi-route de la lecture silencieuse qui tient compte des résultats obtenus au cours de ce travail de thèse. Un premier apport concerne le développement des processus orthographiques « fine-grained » et « coarse-grained ». Selon les résultats de l'Etude 4 et de l'Etude 5, le développement de la procédure « fine-grained » est précoce au cours du développement alors que la procédure « coarse-grained » semble achever son développement plus tardivement. Le second apport est relatif au développement des représentations orthographiques lexicales. Il tient compte des résultats de l'Etude 3 qui indiquent que la contribution phonologique à la reconnaissance des mots est plus importante lorsque les représentations orthographiques lexicales ne sont pas encore bien spécifiées. Le modèle a été décomposé en trois stades d'acquisition de la lecture (Voir Figure 12). Chaque sous-partie du modèle révisé est détaillée plus bas.

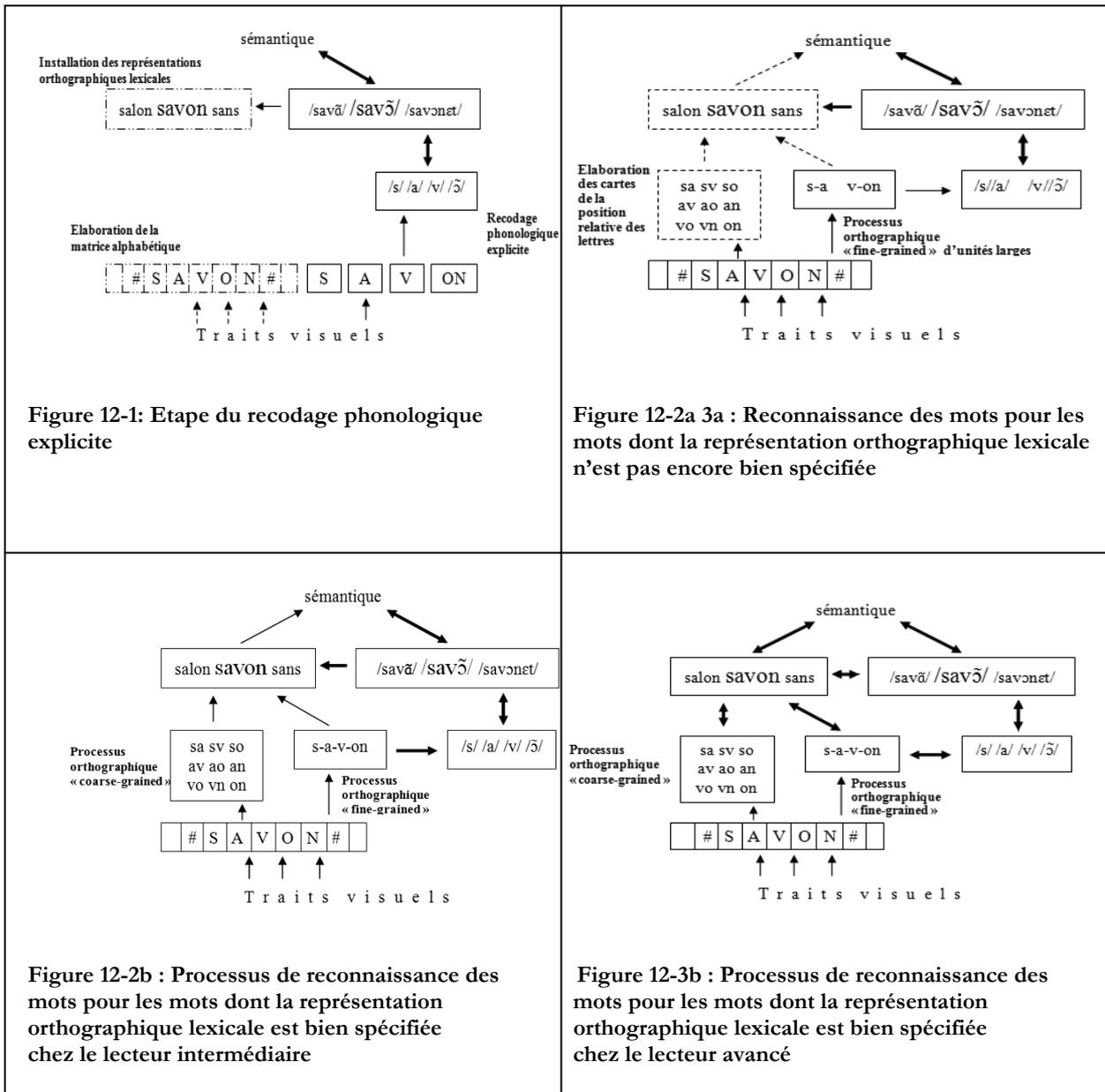


Figure 12 : Modèle révisé du Modèle Développementale Multi-Route de la lecture silencieuse de Grainger et Ziegler (2011).

Le stade 1 est le stade du lecteur débutant. La Figure 12-1 correspond à la première étape de l'apprentissage de la lecture c'est-à-dire celle du recodage phonologique explicite. Le stade 2 est le stade du lecteur intermédiaire. La Figure 12-2b décrit les processus de la reconnaissance des mots familiers chez le lecteur intermédiaire. Le stade 3 est le stade du

lecteur avancé. La Figure 12-3b décrit les processus de la reconnaissance des mots familiers chez le lecteur avancé. La Figure 12-2a3a décrit le processus de reconnaissance des mots lorsque la représentation orthographique lexicale n'est pas encore bien spécifiée que ce soit chez le lecteur intermédiaire ou le lecteur avancé.

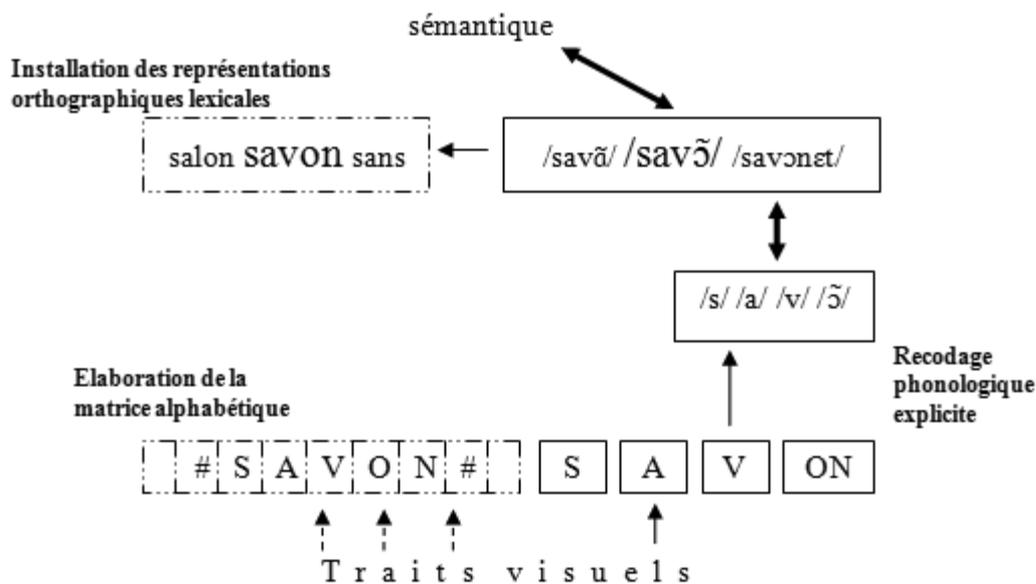


Figure 12-1 : Etape du recodage phonologique explicite

La Figure 12-1 décrit l'étape du recodage phonologique explicite. La conversion sérielle des lettres en phonèmes se fait de manière lente et consciente. Chaque recodage phonologique donne l'occasion de mettre en place la représentation orthographique lexicale du mot recodé (Share, 1995). Conjointement, le système de codage de la position absolue des lettres commence à se développer en élaborant la matrice alphabétique. La question de la mise en place de la matrice alphabétique est une question importante à approfondir lors de futures recherches.

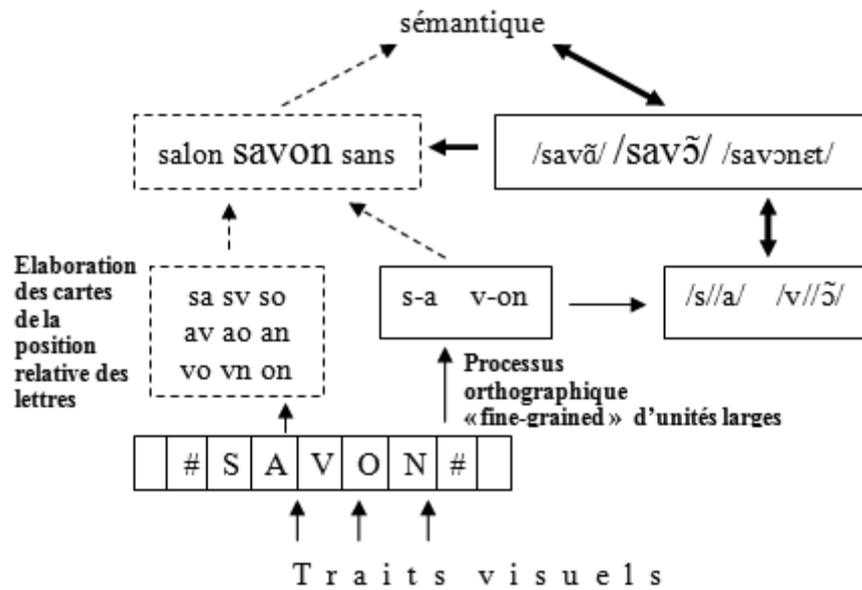


Figure 12-2a 3a : Reconnaissance des mots pour les mots dont la représentation orthographique lexicale n'est pas encore bien spécifiée

La Figure 12-2a 3a décrit les processus de reconnaissance du mot lorsque la représentation orthographique du mot n'est pas encore bien spécifiée. La reconnaissance du mot se fait de manière lexicale. Les deux processus orthographiques « fine-grained » et « coarse-grained » sont fonctionnels. Le processus « fine-grained » est plus efficace car il est plus avancé dans son développement que le processus « coarse-grained » (Ziegler, et al., 2013). En effet, les connexions entre lettres et phonèmes ont été entraînées durant le recodage phonologique. De plus, la fréquence de la réalisation de ces connexions est élevée (pour lire tous les mots en français, il suffit de connecter chacun des 130 graphèmes au phonème qui correspond) et devient rapidement automatique. A ce degré d'acquisition du mot, dans le processus « fine-grained », l'activation rapide et automatique des phonèmes par les lettres pourrait se faire par unités larges (syllabes ou attaque rime). En revanche, le processus « coarse-grained » se développe plus lentement puisque les bigrammes ouverts sont nombreux (il existe 704 bigrammes selon Manulex Infra, Lété et al., 2004) et sont réalisés moins fréquemment. De plus, la carte des positions relatives des lettres est spécifique à chaque mot.

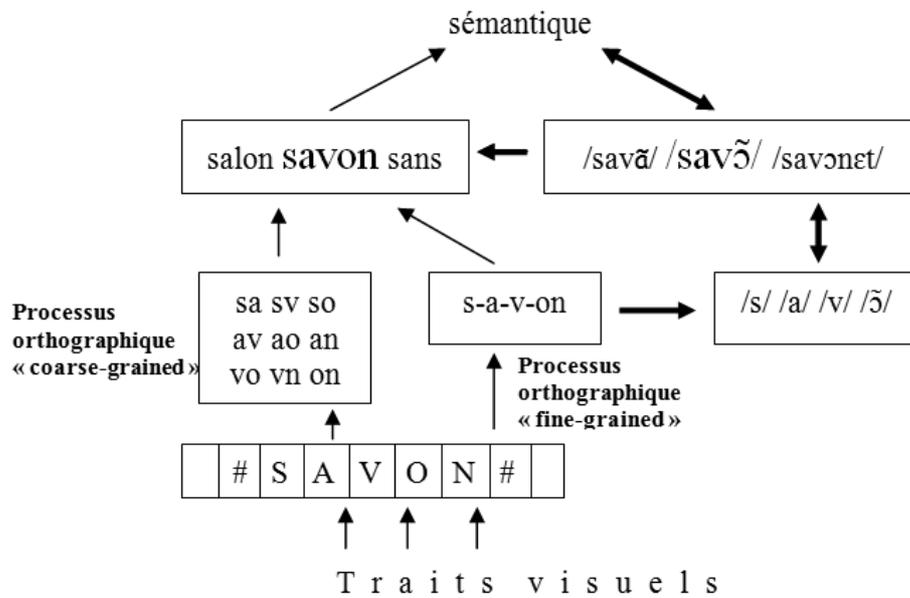


Figure 12-2b : Processus de reconnaissance des mots chez le lecteur intermédiaire pour les mots dont la représentation orthographique lexicale est bien spécifiée.

La Figure 12-2b décrit les processus de reconnaissance du mot chez le lecteur intermédiaire lorsque la représentation orthographique du mot est bien spécifiée. La reconnaissance du mot se fait de manière lexicale. Le processus « coarse-grained » est fonctionnel. La carte des positions relatives des lettres et la représentation orthographique lexicale sont bien spécifiées. Cependant, l'accès au lexique orthographique par le processus « coarse-grained » est encore relativement peu rapide comparativement au processus « fine-grained » qui est déjà efficace.

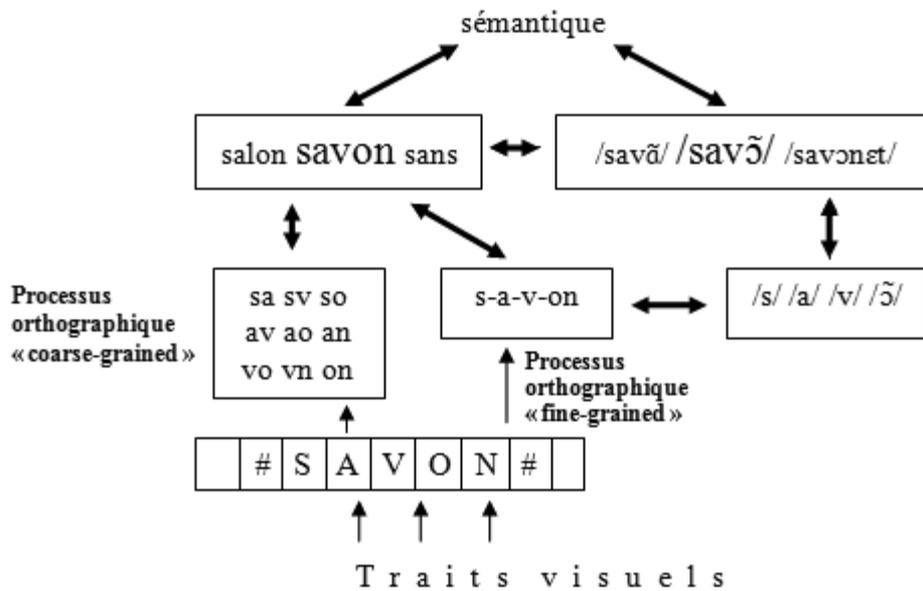


Figure 12-3b : Processus de reconnaissance des mots chez le lecteur avancé pour les mots dont la représentation orthographique lexicale est bien spécifiée

La Figure 12-3b décrit les processus de reconnaissance du mot chez le lecteur avancé lorsque la représentation orthographique du mot est bien spécifiée. La reconnaissance du mot se fait de manière lexicale. Le processus « coarse-grained » a gagné en efficacité. L'accès au lexique orthographique par le processus « coarse-grained » est rapide. Nous avons ici marqué l'influence de l'orthographe sur le traitement du langage oral en remplaçant les flèches simples par des flèches doubles.

La lecture de nouveaux mots lus par recodage phonologique bien que non explicitement représentée dans les Figures 12-2b et 12-3b est toujours fonctionnelle et permet l'installation des nouvelles représentations orthographiques lexicales par le self-teaching (Share, 1995). Cependant, il est possible que pour les lecteurs dont le processus « fine-grained » est bien développé, le recodage phonologique des nouveaux mots se fasse de manière automatique

(par unités larges) et emprunte le processus orthographique « fine-grained ». La question du passage du recodage phonologique explicite au recodage phonologique automatique pourrait faire l'objet de futures recherches.

Perspectives

Dans les études à venir, nous souhaitons, d'une part, approfondir la question de l'implication du code phonologique dans la reconnaissance des mots dans le développement normal de la lecture, et d'autre part, aborder la question du lien langage écrit et langage oral dans le développement pathologique chez l'enfant.

Développement normal

Développement de l'activation rapide et automatique de la phonologie et bénéfique pour la reconnaissance de mots écrits

Une étude à venir est d'examiner l'évolution de l'activation rapide et automatique de la phonologie lors de la reconnaissance des mots au cours de l'apprentissage de la lecture et le bénéfice que cette activation apporte à la reconnaissance des mots. Nos résultats indiquent que les représentations phonologiques sont activées de manière rapide et automatique par le processus « fine-grained » au moins dès le CE2 alors que le système de traitement de

l'orthographe par le processus « coarse-grained » est en cours de développement. Pour évaluer l'évolution de l'activation rapide et automatique de la phonologie par le processus « fine-grained », il est nécessaire d'éviter les interactions avec une activation rapide et automatique de l'orthographe par le processus « coarse-grained ». Pour cela, il est nécessaire de dissocier les deux processus en sélectionnant des amorces phonologique-non-orthographique (O-P+ ; e.g., mair-MERE) et de comparer cette condition d'amorçage à une condition d'amorçage non-relié (NR ; e.g., toul-MERE). En revanche, pour évaluer le bénéfice que l'activation phonologique apporte à la reconnaissance des mots, il est nécessaire de comparer le bénéfice apporté par l'activation de la phonologie par le processus « fine-grained » au bénéfice apporté par l'activation de l'orthographe par le processus « coarse-grained » en comparant la condition d'amorçage phonologique-orthographique (O+P+ ; e.g., lont-LONG) et de comparer cette condition d'amorçage à une condition d'amorçage orthographique (O+P- ; e.g., lone-LONG). Nos prédictions sont résumées dans les Figures 13-1 et 13-2.

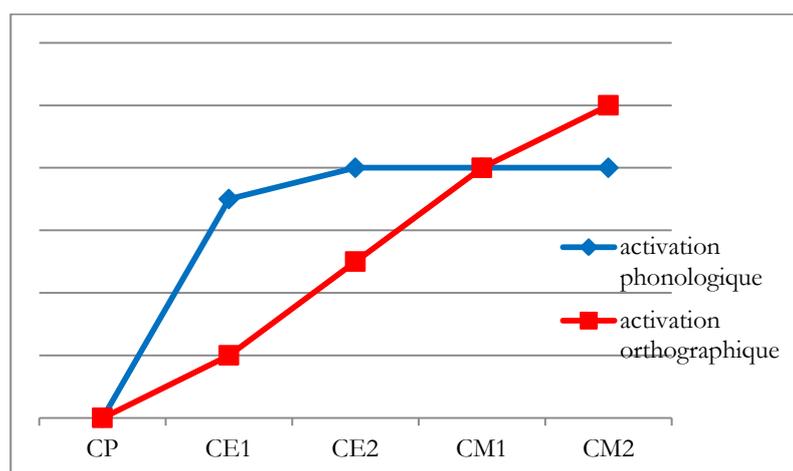


Figure 13-1 : Prédiction de l'évolution de l'activation rapide et automatique du code orthographique et du code phonologique au cours de l'apprentissage de la lecture chez les jeunes lecteurs

Nous prédisons une activation de la phonologie par le processus « fine-grained » dès que les connexions entre représentations des lettres et des phonèmes sont devenues automatiques c'est-à-dire dès la fin du CP. En effet, les connexions ont été bien entraînées durant la phase de recodage phonologique (CP) au moins pour les correspondances lettre-phonème les plus fréquentes. Il est possible que pour les connexions graphèmes complexes-phonèmes (e.g., ein-/ɛ/) les connexions soient plus tardives puisque ce sont ces correspondances qui sont enseignées le plus tardivement au cours de l'apprentissage de la lecture. Le processus « coarse-grained », se mettant en place plus progressivement, devrait montrer un maximum d'activation chez les lecteurs avancés.

Le bénéfice de l'activation phonologique (activation phonologique moins activation orthographique) devrait être positif au début de l'apprentissage de la lecture puisque c'est cette activation qui est dominante, puis ce bénéfice phonologique devrait disparaître chez les lecteurs avancés puisqu'à ce stade c'est l'activation orthographique qui devient dominante (voir Figure 13-2).

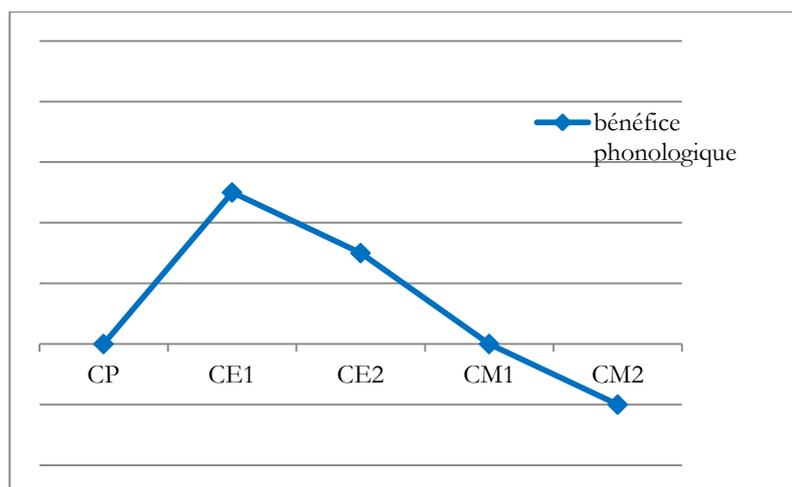


Figure 13-2 : Prédiction de l'évolution du bénéfice pour la reconnaissance des mots dû à l'activation rapide et automatique du code phonologique au cours de l'acquisition de la lecture chez les jeunes enfants

Méthodologie

Nous posons ici un problème méthodologique. Au vu de nos résultats, il semble inapproprié de comparer une condition d'amorçage orthographique-phonologique (O+P+) à une condition d'amorçage orthographique (O+P-) chez les jeunes lecteurs pour mettre en évidence l'activation phonologique par le processus « fine-grained ». En effet, au cours de l'apprentissage de la lecture, le développement de l'activation rapide, automatique et efficace du code phonologique est plus rapide et plus précoce que le développement de l'activation rapide, automatique et efficace du code orthographique.

Activation rapide et automatique de la phonologie

Nos études ont montré que nous pouvons obtenir une activation phonologique rapide et automatique à partir de l'écrit chez les jeunes lecteurs. Cependant, les amorces que nous avons utilisées étaient des fragments de 2, 3 ou 4 lettres (e.g., daw-DOSSIER, Etude 4). Cela signifie que le système de reconnaissance des mots est capable de traiter en parallèle un nombre relativement réduit de lettres (3 ou 4). Booth et al., (1999) et Ziegler et al., (2013) obtiennent un amorçage phonologique avec des amorces pseudohomophone mot entier de 4-5 lettres (e.g., naije-NEIGE). Dans les conditions classiques de l'amorçage masqué (temps de présentation de l'amorce inférieur ou égal à 66 ms) associé à une décision lexicale, il serait intéressant de voir si le système est capable de traiter en parallèle une plus grande quantité d'information visuelle.

Mise en place des connexions automatiques lettre-phonème

Il serait intéressant d'étudier plus spécifiquement la mise en place des connexions entre les représentations des lettres et les représentations phonémiques, d'une part et sous quel format

sont représentés les phonèmes avant et après l'apprentissage des correspondances lettre-phonème, d'autre part. Une façon d'étudier cette question serait de capturer la mise en place de nouvelles connexions entre lettres et phonèmes en utilisant un alphabet artificiel associé à des phonèmes non connus (langue étrangère). Dans un premier temps, après un apprentissage uniquement oral des nouveaux phonèmes, on pourrait tester comment sont représentés les nouveaux phonèmes appris c'est-à-dire sous quel format (traits ou phonème entier). Puis dans un second temps, voir si l'apprentissage des correspondances lettre-phonème a un effet sur le format sous lequel le nouveau phonème est représenté.

Développement pathologique

Implication des représentations phonologiques lors de la reconnaissance de mots chez des enfants dysphasiques et des enfants dyslexiques

Les enfants dysphasiques et les enfants dyslexiques montrent des déficits phonologiques. Les enfants dysphasiques présentent des difficultés à produire les mots. Certains travaux s'intéressant au traitement phonologique des enfants dysphasiques ont montré que ces enfants discriminent difficilement les phonèmes variant d'un trait phonémique (Stark & Heinz, 1996) et ont un déficit de la conscience phonémique (Bird, Bishop, & Freeman, 1995). Ces résultats suggèrent que les phonèmes sont peu spécifiés chez les enfants dysphasiques.

Les enfants dyslexiques présentent des difficultés à lire les mots et les pseudomots. Un nombre important d'études montre que ces difficultés sont liées à des troubles du traitement de l'information phonologique (Casalis, 2003 ; Sprenger-Charolles & Colé, 2003 ; Sprenger-Charolles, Colé, Lacert, & Serniclaes, 2000) et à un déficit du codage phonologique (Rack, Snowling, & Olson, 1992). Ces difficultés pourraient-être expliquées par une mauvaise spécification des représentations phonologiques (Griffiths & Snowling, 2002 ; Ramus, 2001).

Au vu de l'importance du rôle de la phonologie dans l'installation des représentations orthographiques dans le lexique (Share, 1995) ainsi que dans le développement de la spécification et de la redondance des représentations orthographiques (Perfetti, 1992), on comprend qu'un déficit de la spécification des représentations phonologiques a des conséquences sévères sur le développement de la lecture chez les enfants dysphasiques et les enfants dyslexiques. Selon Goswami (2000) l'apprentissage de la lecture aide à spécifier les phonèmes chez les dyslexiques. En revanche, à notre connaissance, aucune étude n'a montré ce résultat chez les dysphasiques.

Une étude en amorçage intermodal auprès d'enfants dysphasiques et d'enfants dyslexiques est en cours de réalisation. Le matériel et le protocole expérimental utilisé dans l'Etude 2 de ce travail de thèse sont repris dans cette étude (e.g., la cible visuelle BREBIS est amorcée par quatre amorces auditives : identité /bRə/, variation 1 trait /pRə/, variation multi-trait /fRə/, non-relié /sta/). Les enfants testés ont un âge moyen équivalent aux enfants de CM2 et un niveau en lecture équivalent aux enfants de CE1 (test « l'Alouette », Levafrais, 1967). Nos hypothèses sont les suivantes. Nous pensons que la reconnaissance des mots chez les enfants dyslexiques s'appuie plus sur le langage oral comparativement aux enfants dysphasiques. Nous nous attendons à trouver un effet d'amorçage phonologique auditif plus important chez les enfants dyslexiques que chez les enfants dysphasiques. Les conditions variation 1 trait et variation multi-trait devraient nous fournir des informations sur le niveau de spécification des phonèmes.

Pour conclure, le travail de recherche dans le cadre de cette thèse avait pour objectif d'examiner l'implication du code phonologique dans la reconnaissance des mots chez les

jeunes enfants plus ou moins avancés dans leur apprentissage de la lecture. A travers cette question générale, nous avons pu aborder plusieurs questions spécifiques telles que la nature du code phonologique, le format des plus petites unités phonologiques, la contribution de la phonologie en fonction de l'expérience en lecture, l'activation automatique de la phonologie à partir de l'écrit, le bénéfice de cette activation à la reconnaissance des mots en fonction du développement de la lecture lexicale et la phonologie partagée entre les langues chez les enfants bilingues. Le paradigme de l'amorçage, et plus particulièrement le paradigme de l'amorçage masqué, associé à une tâche de décision lexicale s'est révélé être un paradigme pertinent pour examiner des processus fins chez l'enfant. De nombreuses études restent à mener pour confirmer et approfondir les résultats que nous avons obtenus. D'autres questions sont à explorer telles que le passage d'une phonologie du recodage à une phonologie automatique, l'élaboration de la matrice alphabétique nécessaire au processus d'activation automatique du code phonologique à partir de l'écrit, l'influence de l'apprentissage de la lecture sur les représentations sous-lexicales et plus particulièrement sur le phonème. Cette question du lien entre langage écrit et langage oral est particulièrement prégnante chez les enfants dyslexiques et dysphasiques chez qui les représentations phonologiques sont déficitaires. Elle nécessite d'être largement étudiée pour comprendre ces pathologies et apporter des recommandations.

Références

- Abramson, M., & Goldinger, S. D. (1997). What the reader's eye tells the mind's ear: Silent reading activates inner speech. *Perception & Psychophysics*, *59*(7), 1059–1068.
- Acha, J., & Perea, M. (2008). The effect of neighborhood frequency in reading: Evidence with transposed-letter neighbors. *Cognition*, *108*(1), 290–300.
- Aghababian, V., & Nazir, T. A. (2000). Developing normal reading skills: aspects of the visual processes underlying word recognition. *Journal of Experimental Child Psychology*, *76*(2), 123–150.
- Anderson, J. E., & Holcomb, P. J. (1995). Auditory and visual semantic priming using different stimulus onset asynchronies: An event-related brain potential study. *Psychophysiology*, *32*(2), 177–190.
- Anderson, R. C., Wilson, P. T., & Fielding, L. G. (1986). Growth in reading and how children spend their time outside of school. *Reading Research Quarterly*, *23*(3), 285–303.
- Ashby, J. (2010). Phonology is fundamental in skilled reading: Evidence from ERPs. *Psychonomic Bulletin & Review*, *17*(1), 95–100.
- Ashby, J., & Martin, A. E. (2008). Prosodic phonological representations early in visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *34*(1), 224.
- Ashby, J., Sanders, L. D., & Kingston, J. (2009). Skilled readers begin processing sub-phonemic features by 80ms during visual word recognition: Evidence from ERPs. *Biological Psychology*, *80*(1), 84–94.
- Backman, J., Bruck, M., Hébert, M., & Seidenberg, M. S. (1984). Acquisition and use of spelling-sound correspondences in reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, *38*(1), 114–133.
- Balota, D. A., & Chumbley, J. I. (1984). Are lexical decisions a good measure of lexical access? The role of word frequency in the neglected decision stage. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *10*(3), 340–357.
- Barr, D. J., Levy, R., Scheepers, C., & Tily, H. J. (2013). Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of Memory and Language*, *68*(3), 255–278.
- Berent, I., & Perfetti, C. A. (1995). A rose is a REEZ: The two-cycles model of phonology assembly in reading English. *Psychological Review*, *102*(1), 146.

- Besner, D., & Davelaar, E. (1983). Suedohomophone effects in visual word recognition: Evidence for phonological processing. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 37(2), 300.
- Bird, J., Bishop, D. V. M., & Freeman, N. H. (1995). Phonological awareness and literacy development in children with expressive phonological impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38(2), 446–462.
- Booth, J., Burman, D., Meyer, J., Gitelman, D., Parrish, T., & Mesulam, M. (2004). Development of brain mechanisms for processing orthographic and phonologic representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(7), 1234–1249.
- Booth, J. R., Perfetti, C. A., & MacWhinney, B. (1999). Quick, automatic, and general activation of orthographic and phonological representations in young readers. *Developmental Psychology*, 35(1), 3.
- Booth, J. R., Perfetti, C. A., MacWhinney, B., & Hunt, S. B. (2000). The association of rapid temporal perception with orthographic and phonological processing in children and adults with reading impairment. *Scientific Studies of Reading*, 4(2), 101–132.
- Bosman, A. M. (1996). Phonologic mediation is fundamental to reading: Evidence from beginning readers. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 49(3), 715–744.
- Bowey, J. A. (1990). Orthographic onsets and rimes as functional units of reading. *Memory & Cognition*, 18(4), 419–427.
- Bowey, J. A., & Muller, D. (2005). Phonological recoding and rapid orthographic learning in third-graders' silent reading: A critical test of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 92(3), 203–219.
- Brand, M., Rey, A., & Peereman, R. (2003). Where is the syllable priming effect in visual word recognition? *Journal of Memory and Language*, 48(2), 435–443.
- Braun, M., Hutzler, F., Ziegler, J. C., Dambacher, M., & Jacobs, A. M. (2009). Pseudohomophone effects provide evidence of early lexico-phonological processing in visual word recognition. *Human Brain Mapping*, 30(7), 1977–1989.
- Brysbaert, M. (2001). Prelexical phonological coding of visual words in Dutch: Automatic after all. *Memory & Cognition*, 29(5), 765–773.
- Brysbaert, M. (2003). Bilingual visual word recognition. In S. Kinoshita & S. J. Lupker (Eds.), *Masked Priming: The State of the Art* (323–344). Hove, UK: Psychology Press.

- Brysbaert, M., Van Dyck, G., & Van de Poel, M. (1999). Visual word recognition in bilinguals: Evidence from masked phonological priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(1), 137.
- Burani, C., Marcolini, S., & Stella, G. (2002). How early does morpholexical reading develop in readers of a shallow orthography? *Brain and Language*, 81(1), 568–586.
- Carreiras, M., Ferrand, L., Grainger, J., & Perea, M. (2005). Sequential effects of phonological priming in visual word recognition. *Psychological Science*, 16(8), 585–589.
- Carreiras, M., & Perea, M. (2002). Masked priming effects with syllabic neighbors in a lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(5), 1228.
- Casalis, S. (2003). The delay-type in developmental dyslexia: Reading processes. *Current Psychology Letters. Behaviour, Brain & Cognition*, (10, Vol. 1, 2003).
- Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, 91(1), 77–111.
- Castles, A., Davis, C., Cavalot, P., & Forster, K. (2007). Tracking the acquisition of orthographic skills in developing readers: Masked priming effects. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97(3), 165–182.
- Castles, A., Davis, C., & Letcher, T. (1999). Neighborhood effects on masked form-priming in developing readers. *Language and Cognitive Processes*, 14, 201–224.
- Castles, A., Holmes, V. M., Neath, J., & Kinoshita, S. (2003). How does orthographic knowledge influence performance on phonological awareness tasks? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, Vol 56A(3), 445-467.
- Castro-Caldas, A., Petersson, K. M., Reis, A., Stone-Elander, S., & Ingvar, M. (1998). The illiterate brain. Learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain. *Brain*, 121(6), 1053–1063.
- Catch, N. (2003). *L'orthographe française. Traité théorique et pratique*. Paris Nathan.
- Chetail, F., & Mathey, S. (2009). The syllable frequency effect in visual recognition of French words: A study in skilled and beginning readers. *Reading and Writing*, 22(8), 955–973.
- Colavita, F. B. (1974). Human sensory dominance. *Perception & Psychophysics*, 16(2), 409–412.

- Colé, P., Magnan, A., & Grainger, J. (1999). Syllable-sized units in visual word recognition: Evidence from skilled and beginning readers of French. *Applied Psycholinguistics*, *20*(4), 507–532.
- Colé, P., Sprenger-Charolles, L., & others. (1999). Traitement syllabique au cours de la reconnaissance de mots écrits chez des enfants dyslexiques, lecteurs en retard et normo-lecteurs de 11 ans. *Revue de Neuropsychologie*, *(4)*, 323–360.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. *Strategies of information processing*, 151-216.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, *100*(4), 589.
- Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, T., & Besner, D. (1977). Access to the internal lexicon. In S. Dornic (Ed.), *Attention & Performance IV*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, *108*(1), 204.
- Coltheart, V., Laxon, V. J., Keating, G. C., & Pool, M. M. (1986). Direct access and phonological encoding processes in children's reading: Effects of word characteristics. *British Journal of Educational Psychology*, *56*(3), 255–270.
- Connine, C. M., Titone, D., Deelman, T., & Blasko, D. (1997). Similarity mapping in spoken word recognition. *Journal of Memory and Language*, *37*(4), 463–480.
- Cornelissen, P. L., Kringelbach, M. L., Ellis, A. W., Whitney, C., Holliday, I. E., & Hansen, P. C. (2009). Activation of the left inferior frontal gyrus in the first 200 ms of reading: evidence from magnetoencephalography (MEG). *PloS One*, *4*(4), e5359.
- Courrieu, P., Farioli, F., & Grainger, J. (2004). Inverse discrimination time as a perceptual distance for alphabetic characters. *Visual Cognition*, *11*(7), 901–919.
- 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.
- Dandurand, F., Grainger, J., Dunabeitia, J. A., & Granier, J.-P. (2011). On Coding Non-Contiguous Letter Combinations. *Frontiers in Cognitive Science*, *2*, 136.
- Davis, C. J., & Bowers, J. S. (2006). Contrasting five different theories of letter position coding: evidence from orthographic similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *32*(3), 535.

- Castles, A., Davis, C., & Letcher, T. (1999). Neighborhood effects on masked form-priming in developing readers. *Language and Cognitive Processes, 14*, 201–224.
- De Jong, P. F., Bitter, D. J., van Setten, M., Marinus, E., & others. (2009). Does phonological recoding occur during silent reading, and is it necessary for orthographic learning? *Journal of Experimental Child Psychology, 104*, 267–282.
- Delahaie, M., Sprenger-Charolles, L., Serniclaes, W., & others. (2007). Effet de la lexicalité chez des faibles et très faibles lecteurs comparativement à des normolecteurs de même âge et de même niveau de lecture. *L'Année Psychologique, 107(03)*, 361–396.
- Dijkstra, T., Grainger, J., & Van Heuven, W. J. (1999). Recognition of cognates and interlingual homographs: The neglected role of phonology. *Journal of Memory and Language, 41(4)*, 496–518.
- Dijkstra, T., & Van Heuven, W. J. (1998). The BIA model and bilingual word recognition. In Grainger, J. and Jacobs, A. (Eds.), *Localist Connectionist Approaches to Human Cognition*. (pp. 189-225). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dijkstra, T., & Van Heuven, W. J. (2002). The architecture of the bilingual word recognition system: From identification to decision. *Bilingualism: Language and Cognition, 5(03)*, 175–197.
- Dimitropoulou, M., Duñabeitia, J. A., & Carreiras, M. (2011). Phonology by itself: Masked phonological priming effects with and without orthographic overlap. *Journal of Cognitive Psychology, 23(2)*, 185–203.
- Dobbs, A. R., Friedman, A., & Lloyd, J. (1985). Frequency effects in lexical decisions: A test of the verification model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 11(1)*, 81.
- Ducrot, S., Lété, B., Sprenger-Charolles, L., Pynte, J., & Billard, C. (2003). The optimal viewing position effect in beginning and dyslexic readers. *Current Psychology Letters. Behaviour, Brain & Cognition, (10, Vol. 1, 2003)*.
- Dufau, S., Grainger, J., & Ziegler, J. C. (2012). How to say “no” to a nonword: A leaky competing accumulator model of lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 38(4)*, 1117.
- Dufau, S., Lété, B., Touzet, C., Glotin, H., Ziegler, J. C., & Grainger, J. (2010). A developmental perspective on visual word recognition: New evidence and a self-organising model. *European Journal of Cognitive Psychology, 22(5)*, 669–694.

- Duyck, W., Diependaele, K., Drieghe, D., & Brysbaert, M. (2004). The Size of the Cross-Lingua Masked Phonological Priming Effect Does Not Depend on Second Language Proficiency. *Experimental Psychology*, *51*(2), 116.
- Ehri, L. C. (1992). Reconceptualizing the development of sight word reading and its relationship to recoding. In P. B. Gough, L. E. Ehri, & R. Treiman (Eds.), *Reading acquisition* (pp. 105–143). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ehri, L. C. (1997). Sight word learning in normal readers and dyslexics. *Foundations of Reading Acquisition and Dyslexia: Implications for Early Intervention*, 163–189.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Stahl, S. A., & Willows, D. M. (2001). Systematic phonics instruction helps students learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Review of Educational Research*, *71*(3), 393–447.
- Ehri, L. C., & Soffer, A. G. (1999). Graphophonemic awareness: Development in elementary students. *Scientific Studies of Reading*, *3*(1), 1–30.
- Ehri, L. C., & Wilce, L. S. (1980). The influence of orthography on readers' conceptualization of the phonemic structure of words. *Applied Psycholinguistics*, *1*(04), 371–385.
- Elliott, C.D., Smith, P. & McCulloch, K. (1997). *British Ability Scales* (Second Edition). Windsor: NFER-Nelson.
- Ernestus, M., & Mak, W. M. (2004). Distinctive phonological features differ in relevance for both spoken and written word recognition. *Brain and Language*, *90*(1), 378–392.
- Evett, L. J., & Humphreys, G. W. (1981). The use of abstract graphemic information in lexical access. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *33*(4), 325–350.
- Ferrand, L., & Grainger, J. (1992). Phonology and orthography in visual word recognition: Evidence from masked non-word priming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, *45*(3), 353–372.
- Ferrand, L., & Grainger, J. (1993). The time course of orthographic and phonological code activation in the early phases of visual word recognition. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *31*(2), 119–122.
- Ferrand, L., & Grainger, J. (1994). Effects of orthography are independent of phonology in masked form priming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *47*(2), 365–382.
- Ferrand, L., & New, B. (2003). Syllabic length effects in visual word recognition and naming. *Acta Psychologica*, *113*(2), 167–183.

- Ferrand, L., Segui, J., & Grainger, J. (1996). Masked priming of word and picture naming: The role of syllabic units. *Journal of Memory and Language*, 35(5), 708–723.
- Fielding, L. G., Wilson, P. T., & Anderson, R. C. (1986). A new focus on free reading: The role of tradebooks in reading instruction. In T. Raphael (Ed.). *The contexts of school-based literacy* (pp. 149-160). New York: Random House.
- Forster, K. I. (1976). Accessing the mental lexicon. *New Approaches to Language Mechanisms*, 30, 231–256.
- Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(4), 680.
- Fowler, C. A., Treiman, R., & Gross, J. (1993). The structure of English syllables and polysyllables. *Journal of Memory and Language*, 32(1), 115–140.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. *Surface Dyslexia*, 32.
- Frost, R., Ahissar, M., Gotesman, R., & Tayeb, S. (2003). Are phonological effects fragile? The effect of luminance and exposure duration on form priming and phonological priming. *Journal of Memory and Language*, 48(2), 346–378.
- Frost, R., & Kampf, M. (1993). Phonetic recoding of phonologically ambiguous printed words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(1), 23.
- Garlock, V. M., Walley, A. C., & Metsala, J. L. (2001). Age-of-Acquisition, Word Frequency, and Neighborhood Density Effects on Spoken Word Recognition by Children and Adults. *Journal of Memory and Language*, 45(3), 468–492.
- Gaskell, M. G., & Marslen-Wilson, W. D. (2001). Lexical Ambiguity Resolution and Spoken Word Recognition: Bridging the Gap. *Journal of Memory and Language*, 44(3), 325–349.
- Gentry, J. R. (1982). An Analysis of Developmental Spelling in “GNYS AT WRK.” *The Reading Teacher*, 192–200.
- Gollan, T. H., Forster, K. I., & Frost, R. (1997). Translation priming with different scripts: Masked priming with cognates and noncognates in Hebrew–English bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(5), 1122.
- Gombert, I. E., & Peereman, R. (2001). Training children with artificial alphabet. *Psychology*, 8, 338–357.

- Gordon, B. (1983). Lexical access and lexical decision: Mechanisms of frequency sensitivity. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22(1), 24–44.
- Goswami, U. (2000). Phonological representations, reading development and dyslexia: towards a cross-linguistic theoretical framework. *Dyslexia*, 6(2), 133–151.
- Goswami, U., Ziegler, J. C., Dalton, L., & Schneider, W. (2001). Pseudohomophone effects and phonological recoding procedures in reading development in English and German. *Journal of Memory and Language*, 45(4), 648–664.
- Goswami, U., Ziegler, J. C., & 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.
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6–10.
- Gow Jr, D. W. (2001). Assimilation and anticipation in continuous spoken word recognition. *Journal of Memory and Language*, 45(1), 133–159.
- Grainger, J. (1990). Word frequency and neighborhood frequency effects in lexical decision and naming. *Journal of Memory and Language*, 29(2), 228–244.
- Grainger, J., Diependaele, K., Spinelli, E., Ferrand, L., & Farioli, F. (2003). Masked repetition and phonological priming within and across modalities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(6), 1256.
- Grainger, J., & Ferrand, L. (1994). Phonology and orthography in visual word recognition: Effects of masked homophone primes. *Journal of Memory and Language*, 33(2), 218–233.
- Grainger, J., & Ferrand, L. (1996). Masked orthographic and phonological priming in visual word recognition and naming: Cross-task comparisons. *Journal of Memory and Language*, 35(5), 623–647.
- Grainger, J., Granier, J.-P., Farioli, F., Van Assche, E., & van Heuven, W. J. (2006). Letter position information and printed word perception: the relative-position priming constraint. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(4), 865.
- Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2009). Watching the Word Go by: On the Time-course of Component Processes in Visual Word Recognition. *Language and Linguistics Compass*, 3(1), 128–156.

- Grainger, J., & Jacobs, A. M. (1996). Orthographic processing in visual word recognition: a multiple read-out model. *Psychological Review*, *103*(3), 518.
- Grainger, J., Lété, B., Bertand, D., Dufau, S., & Ziegler, J. C. (2012). Evidence for multiple routes in learning to read. *Cognition*, *123*(2), 280–292.
- Grainger, J., Midgley, K., & Holcomb, P. J. (2010). Re-thinking the bilingual interactive-activation model from a developmental perspective (BIA-d). *Language Acquisition across Linguistic and Cognitive Systems*, 267–283.
- Grainger, J., & Van Heuven, W. (2003a). Modeling letter position coding in printed word perception. *The Mental Lexicon*, 1–24.
- Grainger, J., & Van Heuven, W. (2003b). Modeling letter position coding in printed word perception. *The Mental Lexicon*, 1–24.
- Grainger, J., & Ziegler, J. C. (2011). A dual-route approach to orthographic processing. *Frontiers in Psychology*, *2*.
- Griffiths, Y. M., & Snowling, M. J. (2002). Predictors of exception word and nonword reading in dyslexic children: The severity hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, *94*(1), 34.
- Hamburger, M., & Slowiaczek, L. M. (1996). Phonological priming reflects lexical competition. *Psychonomic Bulletin & Review*, *3*(4), 520–525.
- Høien, T., Lundberg, I., Stanovich, K. E., & Bjaalid, I.-K. (1995). Components of phonological awareness. *Reading and Writing*, *7*(2), 171–188.
- Holcomb, P. J., & Anderson, J. E. (1993). Cross-modal semantic priming: A time-course analysis using event-related brain potentials. *Language and Cognitive Processes*, *8*(4), 379–411.
- Holcomb, P. J., Anderson, J., & Grainger, J. (2005). An electrophysiological study of cross-modal repetition priming. *Psychophysiology*, *42*(5), 493–507.
- Hulme, C., Hatcher, P. J., Nation, K., Brown, A., Adams, J., & Stuart, G. (2002). Phoneme awareness is a better predictor of early reading skill than onset-rime awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*(1), 2–28.
- Hutzler, F., Ziegler, J. C., Perry, C., Wimmer, H., & Zorzi, M. (2004). Do current connectionist learning models account for reading development in different languages? *Cognition*, *91*(3), 273–296.

- Jacobs, A.M., Rey, A., Ziegler, J.C, & Grainger, J. (1998). MROM-P: An interactive activation, multiple read-out model of orthographic and phonological processes in visual word recognition. In J. Grainger & A.M. Jacobs (Eds.), *Localist connectionist approaches to human cognition*. Mahwah, NJ.: Erlbaum.
- Jaffré, J.-P. (1992). *Le traitement élémentaire de l'orthographe: les procédures graphiques*. Langue Française, 27–48.
- Johnston, R. S., Anderson, M., & Holligan, C. (1996). Knowledge of the alphabet and explicit awareness of phonemes in pre-readers: The nature of the relationship. *Reading and Writing*, 8(3), 217–234.
- Johnston, R. S., & Thompson, G. B. (1989). Is dependence on phonological information in children's reading a product of instructional approach? *Journal of Experimental Child Psychology*, 48(1), 131–145.
- Kim, J., & Davis, C. (2003). Task effects in masked cross-script translation and phonological priming. *Journal of Memory and Language*, 49(4), 484–499.
- Kohnen, S., & Castles, A. (2013). Pirates at parties: Letter position processing in developing readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(1), 91–107.
- Kyte, C. S., & Johnson, C. J. (2006). The role of phonological recoding in orthographic learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93(2), 166–185.
- Lété, B., & Fayol, M. (2013). Substituted-letter and transposed-letter effects in a masked priming paradigm with French developing readers and dyslexics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(1), 47–62.
- Lété, B., Peereman, R., & Fayol, M. (2008). Consistency and word-frequency effects on spelling among first-to fifth-grade French children: A regression-based study. *Journal of Memory and Language*, 58(4), 952–977.
- Lété, B., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2004). MANULEX: A grade-level lexical database from French elementary school readers. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(1), 156–166.
- Lefavrais, P. (1967). *Test de l'Alouette*. Editions du Centre de Psychologie Appliquée, Paris.
- Lukatela, G., Carello, C., & Turvey, M. T. (1990). Phonemic priming with words and pseudowords. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2(4), 375–394.
- Lukatela, G., Eaton, T., Lee, C., & Turvey, M. T. (2001). Does visual word identification involve a sub-phonemic level? *Cognition*, 78(3), B41–B52.

- Lukatela, G., Eaton, T., Sabadini, L., & Turvey, M. T. (2004). Vowel duration affects visual word identification: Evidence that the mediating phonology is phonetically informed. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *30*(1), 151.
- Lukatela, G., Frost, S. J., & Turvey, M. T. (1998). Phonological priming by masked nonword primes in the lexical decision task. *Journal of Memory and Language*, *39*(4), 666–683.
- Lukatela, G., Frost, S. J., & Turvey, M. T. (1999). Identity priming in English is compromised by phonological ambiguity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *25*(3), 775.
- Lukatela, G., & Turvey, M. T. (1994). Visual lexical access is initially phonological: 2. Evidence from phonological priming by homophones and pseudohomophones. *Journal of Experimental Psychology: General*, *123*(4), 331.
- Lupker, S. J., & Davis, C. J. (2009). Sandwich priming: A method for overcoming the limitations of masked priming by reducing lexical competitor effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *35*(3), 618.
- Macchi, L., Descours, C., Girard, E., Guitton, E., Morel, C., Timmermans, N., & Boidein, F. (2012). ELDP. Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique destinée aux enfants de 5 ans à 11; 6 ans. Retrieved from <http://orthophonie.univ-lille2.fr/orthophonistes/test-a-disposition-des-orthophonistes.html>
- Mann, V., & Wimmer, H. (2002). Phoneme awareness and pathways into literacy: A comparison of German and American children. *Reading and Writing*, *15*(7-8), 653–682.
- Marslen-Wilson, W. (1989). Access and integration: Projecting sound onto meaning. In W. D. Marslen-Wilson (Ed.) *Lexical representation and process* (pp. 3-24). Cambridge, MA: MIT Press.
- Marslen-Wilson, W. (1990). Activation, competition, and frequency in lexical access. In G.T.M. Altmann (Ed.), *Cognitive Models of Speech Processing: Psycholinguistic and Computational Perspectives* (pp. 148-172). Cambridge MA: MIT, Press.
- Marslen-Wilson, W. D. (1987). Functional parallelism in spoken word recognition. *Cognition*, *25*, 71-102
- Marslen-Wilson, W. D., & Welsh, A. (1978). Processing interactions and lexical access during word recognition in continuous speech. *Cognitive Psychology*, *10*(1), 29–63.
- Marslen-Wilson, W., & Warren, P. (1994). Levels of perceptual representation and process in lexical access: words, phonemes, and features. *Psychological Review*, *101*(4), 653.

- Martens, V. E., & de Jong, P. F. (2006). The effect of word length on lexical decision in dyslexic and normal reading children. *Brain and Language, 98*(2), 140–149.
- Mathey, S., Zagar, D., Doignon, N., & Seigneuric, A. (2006). The nature of the syllabic neighbourhood effect in French. *Acta Psychologica, 123*(3), 372–393.
- McClelland, J. L., & Elman, J. L. (1986). The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology, 18*(1), 1–86.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review, 88*(5), 375.
- McConkie, G. W., Zola, D., Grimes, J., Kerr, P. W., Bryant, N. R., & Wolff, P. M. (1991). Children's eye movement during reading. In J. F. Stein (Ed.), *Vision and visual dyslexia* (pp. 251–262). London: Macmillan Press.
- McQueen, J. M., & Sereno, J. (2005). Cleaving automatic processes from strategic biases in phonological priming. *Memory & Cognition, 33*(7), 1185–1209.
- Metsala, J. L., & Walley, A. C. (1998). Spoken vocabulary growth and the segmental restructuring of lexical representations: Precursors to phonemic awareness and early reading ability. In J. L. Metsala & L. C. Ehri (Eds.), *Word recognition in beginning literacy* (pp. 89–120). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Miwa, K., Dijkstra, T., Bolger, P., & Baayen, R. H. (2014). Reading English with Japanese in mind: Effects of frequency, phonology, and meaning in different-script bilinguals. *Bilingualism: Language and Cognition, 17*(03), 445–463.
- Monsell, S., Doyle, M. C., & Haggard, P. N. (1989). Effects of frequency on visual word recognition tasks: Where are they? *Journal of Experimental Psychology: General, 118*(1), 43.
- Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition, 7*(4), 323–331.
- Moret-Tatay, C., & Perea, M. (2011). Is the go/no-go lexical decision task preferable to the yes/no task with developing readers? *Journal of Experimental Child Psychology, 110*(1), 125–132.
- Mozer, M. C. (1987). Early parallel processing in reading: A connectionist approach. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (pp. 83–104). London: Erlbaum

- Muneaux, M., & Ziegler, J. (2004). Locus of orthographic effects in spoken word recognition: Novel insights from the neighbour generation task. *Language and Cognitive Processes*, *19*(5), 641–660.
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. J., & Stevenson, J. (2004). Phonemes, rimes, vocabulary, and grammatical skills as foundations of early reading development: evidence from a longitudinal study. *Developmental Psychology*, *40*(5), 665.
- Nagy, W. E., Anderson, R. C., & Herman, P. A. (1987). Learning word meaning from context during normal reading. *American Educational Research Journal*, *24*(2), 237-270.
- Nagy, W. E., & Herman, P. A. (1984). *Limitations of vocabulary instruction* (Tech. Rep.No. 326). Urbana, IL: University of Illinois, Center for the Study of Reading.
- Nakayama, M., Sears, C. R., Hino, Y., & Lupker, S. J. (2012). Cross-script phonological priming for Japanese-English bilinguals: Evidence for integrated phonological representations. *Language and Cognitive Processes*, *27*(10), 1563–1583.
- Nation, K., Angell, P., & 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*(1), 71–84.
- New, B., Brysbaert, M., Veronis, J., & Pallier, C. (2007). The use of film subtitles to estimate word frequencies. *Applied Psycholinguistics*, *28*(04), 661–677.
- Newman, R. L., & Connolly, J. F. (2004). Determining the role of phonology in silent reading using event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, *21*(1), 94–105.
- Norris, D. (2006). The Bayesian reader: explaining word recognition as an optimal Bayesian decision process. *Psychological Review*, *113*(2), 327.
- Paap, K. R., Newsome, S. L., McDonald, J. E., & Schvaneveldt, R. W. (1982). An activation–verification model for letter and word recognition: The word-superiority effect. *Psychological Review*, *89*(5), 573.
- Pacton, S., Fayol, M., & Perruchet, P. (2002). *Acquérir l'orthographe du français: apprentissages implicite et explicite*. La Maîtrise Du Langage, 95–118.
- Perea, M., & Lupker, S.J. (2003). Transposed-letter confusability effects in masked form priming. In S. Kinoshita & S. J. Lupker (Eds.), *Masked priming: State of the art* (pp. 97-120). Hove, U.K.: Psychology Press.
- Perea, M., & Lupker, S. J. (2004). Can< i> CANISO</i> activate< i> CASINO</i>? Transposed-letter similarity effects with nonadjacent letter positions. *Journal of Memory and Language*, *51*(2), 231–246.

- Peressotti, F., & Grainger, J. (1999). The role of letter identity and letter position in orthographic priming. *Perception & Psychophysics*, *61*(4), 691–706.
- Perfetti, C. (2007). Reading ability: Lexical quality to comprehension. *Scientific Studies of Reading*, *11*(4), 357–383.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability*. New York: Oxford University Press.
- Perfetti, C. A. (1992). The representation problem in reading acquisition. In P. B. Gough, L. C. Ehri, & R. Treiman (Eds.), *Reading acquisition* (pp.145–174). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Perfetti, C. A., & Bell, L. (1991). Phonemic activation during the first 40 ms of word identification: Evidence from backward masking and priming. *Journal of Memory and Language*, *30*(4), 473–485.
- Perfetti, C. A., Bell, L. C., & Delaney, S. M. (1988). Automatic (prelexical) phonetic activation in silent word reading: Evidence from backward masking. *Journal of Memory and Language*, *27*(1), 59–70.
- Perfetti, C. A., & Zhang, S. (1991). Phonological processes in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *17*(4), 633.
- Perre, L., Pattamadilok, C., Montant, M., & Ziegler, J. C. (2009). Orthographic effects in spoken language: on-line activation or phonological restructuring? *Brain Research*, *1275*, 73–80.
- Perre, L., & Ziegler, J. C. (2008). On-line activation of orthography in spoken word recognition. *Brain Research*, *1188*, 132–138.
- Pexman, P. M., Lupker, S. J., & Jared, D. (2001). Homophone effects in lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*(1), 139.
- Pollatsek, A., Perea, M., & Carreiras, M. (2005). Doesconal prime canal more thancinal? Masked phonological priming effects in Spanish with the lexical decision task. *Memory & Cognition*, *33*(3), 557–565.
- Posner, M. I., Nissen, M. J., & Klein, R. M. (1976). Visual dominance: an information-processing account of its origins and significance. *Psychological Review*, *83*(2), 157.
- Rack, J., Hulme, C., Snowling, M., & Wightman, J. (1994). The role of phonology in young children learning to read words: The direct-mapping hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, *57*(1), 42–71.

- Rack, J. P., Snowling, M. J., & Olson, R. K. (1992). The nonword reading deficit in developmental dyslexia: *A review. Reading Research Quarterly*, 29–53.
- Ramus, F. (2001). Dyslexia: Talk of two theories. *Nature*, 412(6845), 393–395.
- Rastle, K., & Brysbaert, M. (2006). Masked phonological priming effects in English: Are they real? Do they matter? *Cognitive Psychology*, 53(2), 97–145.
- Ratcliff, R., Thapar, A., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A diffusion model analysis of the effects of aging in the lexical-decision task. *Psychology and Aging*, 19(2), 278.
- Rayner, K., & Raney, G. E. (1996). Eye movement control in reading and visual search: Effects of word frequency. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(2), 245–248.
- R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Reitsma, P. (1983). Printed word learning in beginning readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 36(2), 321–339.
- Rey, A., Jacobs, A. M., Schmidt-Weigand, F., & Ziegler, J. C. (1998). A phoneme effect in visual word recognition. *Cognition*, 68(3), B71–B80.
- Rubenstein, H., Lewis, S. S., & Rubenstein, M. A. (1971). Evidence for phonemic recoding in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10(6), 645–657.
- Scarborough, H. S., & Brady, S. A. (2002). Toward a common terminology for talking about speech and reading: A glossary of the “phon” words and some related terms. *Journal of Literacy Research*, 34(3), 299–336.
- Schild, U., Röder, B., & Friedrich, C. K. (2011). Learning to read shapes the activation of neural lexical representations in the speech recognition pathway. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1(2), 163–174.
- Schmalz, X., Marinus, E., & Castles, A. (2013). Phonological decoding or direct access? Regularity effects in lexical decisions of Grade 3 and 4 children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(2), 338–346.
- Segui, J., & Grainger, J. (1990). Priming word recognition with orthographic neighbors: Effects of relative prime-target frequency. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(1), 65.

- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, *96*(4), 523.
- Seidenberg, M. S., Waters, G. S., Barnes, M. A., & Tanenhaus, M. K. (1984). When does irregular spelling or pronunciation influence word recognition? *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *23*(3), 383–404.
- Seymour, P. H. (1997). Foundations of orthographic development. *Learning to Spell: Research, Theory, and Practice across Languages*, 319–337.
- Seymour, P. H., & Duncan, L. G. (1997). Small versus large unit theories of reading acquisition. *Dyslexia*, *3*(3), 125–134.
- 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*(2), 95–129.
- Share, D. L. (2004). Orthographic learning at a glance: On the time course and developmental onset of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*(4), 267–298.
- Share, D. L. (2008). On the Anglocentricities of current reading research and practice: the perils of overreliance on an “outlier” orthography. *Psychological Bulletin*, *134*(4), 584.
- Share, D. L., & Shalev, C. (2004). Self-teaching in normal and disabled readers. *Reading and Writing*, *17*(7-8), 769–800.
- Shen, D., & Forster, K. I. (1999). Masked phonological priming in reading Chinese words depends on the task. *Language and Cognitive Processes*, *14*(5-6), 429–459.
- Sinnett, S., Spence, C., & Soto-Faraco, S. (2007). Visual dominance and attention: The Colavita effect revisited. *Perception & Psychophysics*, *69*(5), 673–686.
- Soutet, O. (1995). *Linguistique*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Sprenger-Charolles, L. (1992). Acquisition de la lecture et de l'écriture en français. *Langue Française*, *95*(1), 49–68.
- Sprenger-Charolles, L., & Casalis, S. (1995). Reading and spelling acquisition in French first graders: Longitudinal evidence. *Reading and Writing*, *7*(1), 39–63.
- Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2003). *Apprentissage de la lecture et dyslexie: Des recherches aux implications pratiques*. Paris: Dunod.

- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia: evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 54*(2), 87.
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., & Béchenec, D. (1998). Phonological mediation and semantic and orthographic factors in silent reading in French. *Scientific Studies of Reading, 2*(1), 3–29.
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., Béchenec, D., & Serniclaes, W. (2003). Development of phonological and orthographic processing in reading aloud, in silent reading, and in spelling: A four-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 84*(3), 194–217.
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., & Bonnet, P. (1998). Reading and spelling acquisition in French: The role of phonological mediation and orthographic factors. *Journal of Experimental Child Psychology, 68*(2), 134–165.
- Stark, R. E., & Heinz, J. M. (1996). Vowel perception in children with and without language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 39*(4), 860–869.
- Stuart, M., & Coltheart, M. (1988). Does reading develop in a sequence of stages? *Cognition, 30*(2), 139–181.
- Taft, M. (2006). Orthographically influenced abstract phonological representation: Evidence from non-rhotic speakers. *Journal of Psycholinguistic Research, 35*(1), 67–78.
- Taft, M., & Van Graan, F. (1998). Lack of phonological mediation in a semantic categorization task. *Journal of Memory and Language, 38*(2), 203–224.
- Treiman, R., & Rodriguez, K. (1999). Young children use letter names in learning to read words. *Psychological Science, 10*(4), 334–338.
- Treiman, R., & Tincoff, R. (1997). The fragility of the alphabetic principle: Children's knowledge of letter names can cause them to spell syllabically rather than alphabetically. *Journal of Experimental Child Psychology, 64*(3), 425–451.
- Van Orden, G. C. (1987). A ROWS is a ROSE: Spelling, sound, and reading. *Memory & Cognition, 15*(3), 181–198.
- Van Orden, G. C. (1991). Phonologic mediation is fundamental to reading. *Basic Processes in Reading: Visual Word Recognition, 77–103*.
- Van Orden, G. C., & Kloos, H. (2005). The question of phonology and reading. M. S. Snowling, & C. Hulme (Eds.), *The science of reading: A handbook*, 61–78

- Van Wijnendaele, I., & Brysbaert, M. (2002). Visual word recognition in bilinguals: phonological priming from the second to the first language. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(3), 616.
- Ventura, P., Kolinsky, R., Pattamadilok, C., & Morais, J. (2008). The developmental turnpoint of orthographic consistency effects in speech recognition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 100(2), 135–145.
- Ventura, P., Morais, J., & Kolinsky, R. (2007). The development of the orthographic consistency effect in speech recognition: From sublexical to lexical involvement. *Cognition*, 105(3), 547–576.
- Voga, M., & Grainger, J. (2007). Cognate status and cross-script translation priming. *Memory & Cognition*, 35(5), 938–952.
- Wang, H.-C., Castles, A., Nickels, L., & Nation, K. (2011). Context effects on orthographic learning of regular and irregular words. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(1), 39–57.
- Waters, G. S., Seidenberg, M. S., & Bruck, M. (1984). Children's and adults' use of spelling-sound information in three reading tasks. *Memory & Cognition*, 12(3), 293–305.
- Wheat, K. L., Cornelissen, P. L., Frost, S. J., & Hansen, P. C. (2010). During visual word recognition, phonology is accessed within 100 ms and may be mediated by a speech production code: evidence from magnetoencephalography. *The Journal of Neuroscience*, 30(15), 5229–5233.
- Whitney, C. (2001). How the brain encodes the order of letters in a printed word: The SERIOL model and selective literature review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 221–243.
- Wimmer, H., Landerl, K., Linortner, R., & Hummer, P. (1991). The relationship of phonemic awareness to reading acquisition: More consequence than precondition but still important. *Cognition*, 40(3), 219–249.
- Winter, B. (2013). Linear models and linear mixed effects models in R with linguistic applications. arXiv:1308.5499. [<http://arxiv.org/pdf/1308.5499.pdf>]
- Wydell, T. N., Patterson, K. E., & Humphreys, G. W. (1993). Phonologically mediated access to meaning for Kanji: Is a rows still a rose in Japanese Kanji? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(3), 491.

- Ziegler, J. C., Bertrand, D., Lété, B., & Grainger, J. (2013). Orthographic and phonological contributions to reading development: Tracking developmental trajectories using masked priming. *Developmental Psychology, 50*(4), 1026–1036.
- Ziegler, J. C., Ferrand, L., Jacobs, A. M., Rey, A., & Grainger, J. (2000). Visual and phonological codes in letter and word recognition: Evidence from incremental priming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A, 53*(3), 671–692.
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: a psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin, 131*(1), 3.
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2006). Becoming literate in different languages: similar problems, different solutions. *Developmental Science, 9*(5), 429–436.
- Ziegler, J. C., & Jacobs, A. M. (1995). Phonological information provides early sources of constraint in the processing of letter strings. *Journal of Memory and Language, 34*(5), 567–593.
- Ziegler, J. C., & Muneaux, M. (2007). Orthographic facilitation and phonological inhibition in spoken word recognition: A developmental study. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*(1), 75–80.
- Ziegler, J. C., Petrova, A., & Ferrand, L. (2008). Feedback consistency effects in visual and auditory word recognition: where do we stand after more than a decade? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 34*(3), 643.
- Zoccolotti, P., De Luca, M., Di Filippo, G., Judica, A., & Martelli, M. (2009). Reading development in an orthographically regular language: Effects of length, frequency, lexicality and global processing ability. *Reading and Writing, 22*(9), 1053–1079.
- Zoccolotti, P., De Luca, M., Di Pace, E., Gasperini, F., Judica, A., & Spinelli, D. (2005). Word length effect in early reading and in developmental dyslexia. *Brain and Language, 93*(3), 369–373.

Annexes

Annexe A : Etude 1 – Matériel de test : Mot de base, Pseudomot variation un trait (V1T),
Pseudomot variation multi-trait (VMT)

Mot cible	Pseudomot V1T				Pseudomot VMT			
	Pseudomot	Trait Modifié	Similarité Perceptive	Fréquence Bigramme	Pseudomot	Traits Modifiés	Similarité Perceptive	Fréquence Bigramme
première	bremière	V	87	428	vremière	PMV	120	17
bonjour	ponjour	V	87	367	fonjour	PMV	106	387
dehors	tehors	V	105	284	fehors	PMV	91	155
depuis	tepuis	V	105	284	fepuis	PMV	91	155
jeudi	zeudi	P	107	6	teudi	PMV	94	284
toujours	doujours	V	105	290	voujours	PMV	101	261
besoin	pesoin	V	87	494	fesoin	PMV	106	155
bientôt	pietôt	V	87	313	fientôt	PMV	106	284
jugement	zugement	P	107	0	tugement	PMV	94	92
pauvre	tauvre	P	102	287	lauvre	PMV	94	341
samedi	zamedi	V	103	6	ramedi	PMV	93	679
siècle	ziècle	V	103	16	riècle	PMV	93	185
vitesse	fitesse	V	86	284	kitesse	PMV	98	31
docteur	tocteur	V	105	385	focteur	PMV	91	387
fantôme	vantôme	V	86	228	lantôme	PMV	77	341
jardin	zardin	P	107	6	tardin	PMV	94	287
période	tériode	V	102	100	lériode	PMV	94	57
piano	tiano	P	102	179	liano	PMV	94	256
prochain	brochain	V	87	428	vrochain	PMV	120	17
propre	bropre	V	87	428	vropre	PMV	120	17
séjour	zéjour	V	103	6	réjour	PMV	93	567
témoin	démoin	V	105	1693	jémoin	PMV	94	6
victoire	fictoire	V	86	284	kictoire	PMV	98	31
voisin	foisin	V	86	387	koisin	PMV	98	8
culture	gulture	V	115	115	rulture	PMV	96	123
fragile	vragile	V	86	17	dragile	PMV	91	84
journal	zournal	P	107	17	tournal	PMV	94	385
pantalon	tantalon	P	102	287	lantalon	PMV	94	341
portrait	tortrait	P	102	385	lortrait	PMV	94	202
précieux	brécieux	V	87	428	vrécieux	PMV	120	17
premier	bremier	V	87	428	vremier	PMV	120	17
principe	brincipe	V	87	428	vrincipe	PMV	120	17
problème	broblème	V	87	428	vroblème	PMV	120	17
puisque	buisque	V	87	88	luisque	PMV	94	119
sensible	zensible	V	103	6	rensible	PMV	93	1829
solitude	zolitude	V	103	17	rolitude	PMV	93	356
système	zystème	V	103	-	rystème	PMV	93	9
terrible	derrible	V	105	328	jerrible	PMV	94	63
trésor	drésor	V	105	84	vrésor	PMV	101	17
victime	fictime	V	86	284	kictime	PMV	98	31

camarade	gamarade	V	115	312	ramarade	PMV	96	679
parvenir	tarvenir	P	102	287	larvenir	PMV	94	341
poitrine	toitrine	P	102	385	loitrine	PMV	94	202

Note : P, Place de l'articulation ; M : Mode articuloire ; V, Voisement

Annexe B : Etude 2 – Matériel de test : Mots cible (visuel/auditif), Amorces auditives identité (ID), variation un trait (V1T), variation multi-trait (VMT), non-reliée (NR).

Mots cible Visuels (Expérience 3)/ Auditifs (Expérience 4)	Amorces auditives (Expérience 3 and Expérience 4)					
	ID	V1T		VMT		NR
	amorces	amorces	TM	amorces	TM	amorces
BERGER/bɛʀʒɛ	bɛʀ	dɛʀ	P	ʒɛʀ	PM	kal
BREBIS/bʀɛbi	bʀɛ	pʀɛ	V	frɛ	PV	sta
BRILLANT/bʀizɛ	bʀi	dʀi	P	fʀi	PV	ʃɛ
BROUILLARD/bʀujɑʀ ¹²	bʀu	pʀu	V	fʀu	PV	trɪs
BRÛLER/bʀylɛ	bʀy	pʀy	V	fʀy	PV	fla
CACTUS/kaktys ²	kak	tak	P	fak	PM	rɛs
CALME/kalme	kal	gal	V	val	PVM	ryg
CHIFFRES/ʃinwa	ʃi	ʒi	V	bi	PVM	trɛ
CLAQUER/klakɛ	kla	gla	V	fla	PM	dʀo
CLIENT/klij	kli	gli	V	bli	PV	grɛ
COMMENT/kom	ko	go	V	lo	PVM	rɛ
CONTRE/kɔbj	kɔ	gɔ	V	ʒɔ	PVM	rɛs
COSTUMES/kɔstɛm	kɔs	gɔs	V	mɔs	PV	ʒɑʀ
DAVANTAGE/dav ³	da	ga	P	fa	VM	bi
DERNIER/dɛʀnjɛʀ	dɛʀ	bɛʀ	P	ʒɛʀ	PM	ʒys
DICTIONNAIRE/diksjonɛʀ	dik	tik	V	fik	VM	ʒɑʀ
DOCTEUR/dɔk œʀ	dɔk	bɔk	P	nɔk	PM	mis
FACTEUR/faktœʀ ¹²	fak	vak	V	tak	PM	sɛp
FIÈVRE/fjɛvr	fjɛ	sjɛ	P	pjɛ	PM	ʒo
GÂTEAU/gɑtɛ	ga	da	P	fa	PVM	ro
GIRAFE/ʒɪraf	ʒi	ʃi	V	ti	PVM	ʃa
GLACÉ/glɛsɛ	gla	kla	V	fla	PVM	bʀy
GLISSER/glɛsɛ	gli	kli	V	fli	PVM	fʀo
GONFLE/gɔfle	gɔ	kɔ	V	ʒɔ	PM	dɛl
GORILLE/gɔʀij	go	ko	V	lo	PM	my
GRENOUILLE/grənɔlj	grɛ	krɛ	V	frɛ	PVM	fla
JAMAIS/ʒ m ε	ʒa	za	P	ga	PM	ro
LECTURE/lɛk yʀ	lɛk	rɛk	P	pɛk	PVM	gɔʀ
LOCOMOTIVE/lotɔ	lo	ro	P	ko	PVM	da
LORSQUE/lɔʀsk ¹	lɔʀ	rɔʀ	P	gɔʀ	PM	sɛp
PRATIQUE/pʀatik	pʀa	trɛ	P	fʀa	PM	lœ
PREMIER/pʀɛmje	pʀɛ	bʀɛ	V	frɛ	PM	ʃy
PROPRE/pʀɔblɛm	pʀo	bʀo	V	fʀo	PM	ʃɛ
PROUVER/pʀuvɛ ¹	pʀu	bʀu	V	gru	PV	gl
PRUDENT/pʀyd	pʀy	bʀy	V	fʀy	PM	blo
ROBOT/rɔbɔ	rɔ	lɔ	P	kɔ	VM	fa
SIÈCLE/sjɛkl	sjɛ	fjɛ	P	pjɛ	PM	ʒo
TRAVAIL/travaj	trɛ	pʀa	P	fʀa	PM	sko
VICTIME/viktɛm	vik	fik	V	dik	PM	rɛs

Note : P, Place de l'articulation ; M : Mode articulatoire ; V, Voisement ; TM, Trait modifié ; ¹ items exclus de l'analyse des CE1 dans l'expérience 4 ; ² items exclus de l'analyse des CM2 dans l'expérience 4

Annexe C : Etude 3 – Matériel de test : Mots cible fréquents (F) et moins fréquent (MF),
Amorces auditives phonologique (PH), non-reliée (NR).

Mot MF	amorce PH	amorce NR	Mot F	amorce PH	amorce NR
AIGLE	aigle	fuite	ACTION	action	espace
ARMOIRE	armoire	victime	AFFAIRE	affaire	chevaux
AUTOMNE	automne	échelle	ARGENT	argent	demain
BILLE	bille	panne	ARTICLE	article	semaine
BILLET	billet	cochon	CAMPAGNE	campagne	vêtement
CAILLOU	caillou	enquête	CHASSE	chasse	langue
CHARBON	charbon	janvier	CHEMIN	chemin	bateau
CHARIOT	chariot	ficelle	CHEVEUX	cheveux	instant
CHATTE	chatte	mousse	DAME	dame	robe
COFFRE	coffre	risque	DIABLE	diable	photo
COURONNE	couronne	baguette	FORCE	force	sable
COUSIN	cousin	vivant	FRÈRE	frère	suite
CRÈME	crème	score	FRUIT	fruit	oncle
CULOTTE	culotte	mission	GÂTEAU	gâteau	accord
DOUZE	douze	singe	IMAGE	image	élève
DRAP	drap	mine	INDIEN	indien	épaule
FEMELLE	femelle	chagrin	JAMBE	jambe	corps
GAMIN	gamin	ruban	LISTE	liste	carte
GARE	gare	type	LUMIÈRE	lumière	journal
HUILE	huile	pente	LUNE	lune	bête
JEUDI	jeudi	savon	MADAME	madame	étoile
LÉGENDE	légende	carotte	MALADE	malade	besoin
MAIRIE	mairie	aspect	MÉDECIN	médecin	conseil
MOUCHE	mouche	paille	MINUTE	minute	papier
PELAGE	pelage	soupir	MONDE	monde	filles
PLUMAGE	plumage	vitrine	NOMBRE	nombre	jardin
POIRE	poire	stade	NUAGE	nuage	triste
RADIS	radis	coton	OBJET	objet	avion
REQUIN	requin	buffet	PASSAGE	passage	endroit
ROBOT	robot	lundi	PLUIE	pluie	herbe
SÉJOUR	séjour	casque	POCHE	poche	bande
SOIRÉE	soirée	cabine	RÉPONSE	réponse	famille
SOLDAT	soldat	fourmi	SECRET	secret	voleur
SOURCE	source	vendre	SERVICE	service	théâtre
TIMIDE	timide	sévère	TABLEAU	tableau	journée
TORTUE	tortue	église	TRAIN	train	femme
VASE	vase	code	TROU	trou	chef
VIOLON	violon	samedi	VENTRE	ventre	course
VOISINE	voisine	facteur	VITESSE	vitesse	pluriel
ZONE	zone	lame	VOILE	voile	plume

Annexe D : Etude 4 – Matériel de test : Cible mot français et amorces typiquement anglaises

Cible mot	Amorce Phonologique (O-P+)					Amorce Contrôle Orthographique (O-P-)		Amorce Non-reliée (NR)	
	Phonétique du début du mot cible	ortho	phonétique	% phono partagée avec la cible	% ortho partagée avec la cible	ortho	phonétique	ortho	phonétique
BEAUCOUP	bo	boar	bɔ:	50	12	bray	breɪ	spoi	spɔɪ
BILLE	bi	bea	bi:	67	20	baw	bɔ:	goa	gəʊ
BLOUSON	blu	bloo	blu:	60	43	bloa	bləʊ	knea	ni:
BRILLER	bri	brea	bri:	60	29	brae	brɔ:	choo	tʃu:
BRISER	bri	bree	bri:	60	33	braw	brɔ:	shou	ʃaʊ
BROUILLARD	bru	broo	bru:	50	30	broa	brɔ:	flee	fli:
CAUCHEMAR	ko	coar	kɔ:	33	11	chea	tʃi	shir	ʃɜ:
CHASSEUR	ʃa	shar	ʃ :	40	25	thie	θi:	blee	bli:
CHAUSSETTE	ʃo	shor	ʃɔ:	40	10	shie	ʃi:	slee	sli:
CHAUSSURE	ʃo	sho	ʃɔ	40	11	whi	wɪ	twi	twi
CHIFFRE	ʃi	shee	ʃi:	50	14	thor	θɔ:	spoo	spu:
CHOC	ʃo	shaw	ʃɔ:	67	25	shea	ʃiə	twir	twɜ:
CISEAUX	si	cea	si:	50	14	coa	kəʊ	wou	wʊ
CLIENT	kli	clea	kli:	50	33	clow	klaʊ	drou	dru:
CRINIÈRE	kri	crea	kri:	43	25	croo	kəʊ	splo	spləʊ
CRITIQUE	kri	cree	kri:	50	25	croa	krəʊ	gloa	gləʊ
DIFFICILE	di	dae	di:	28	11	dwe	dwe	smo	sməʊ
DIMANCHE	di	dee	di:	40	12	doo	du:	pow	paʊ
DIZAINE	di	dea	di:	40	14	dow	daʊ	gow	gaʊ
DOSSIER	do	daw	dɔ:	40	14	dwi	dwi:	twa	twɔ
FAIBLE	f	fea	fe	50	17	fey	fei	jee	dʒiə
FAUTE	fo	faw	fɔ:	67	40	fae	fei	dei	dei
FILLETTE	fi	fee	fi:	40	12	fow	faʊ	wai	wɛɪ
FOURCHETTE	fu	foo	fu:	33	20	foa	fəʊ	jea	dʒe
FRISSON	fri	frea	fri:	60	33	frow	fraʊ	spaw	spɔ:
GLISSER	gli	glea	gli:	60	29	gloo	glu:	scow	skəʊ
GRIFFE	gri	gree	gri:	75	33	groa	grəʊ	splu	splɔ
GRIFFER	gri	grea	gri:	60	29	groa	grəʊ	smoo	ʃməʊ
LIVRE	li	lea	li:	50	20	loa	ləʊ	sno	snɔ:
MILIEU	mi	mea	mi:	40	17	moa	məʊ	hoo	hʊ
MINUIT	mi	mee	mi:	40	17	moa	məʊ	poa	pəʊ
NICHE	ni	nea	ni:	67	20	nur	nɜ:	woo	wɜ:
NIVEAU	ni	nee	ni:	50	17	noo	nu:	wer	wɜ:
PLIAGE	pli	plea	pli:	50	50	plow	pləʊ	sche	ski:
PRISE	pri	pree	pri:	75	40	proo	pru:	swoo	swu:
PRISON	pri	prea	pri:	60	33	praw	prɔ:	gho	gəʊ
PROUVER	pru	proo	pru:	60	43	prow	prəʊ	blea	bli:
QUITTER	ki	kee	ki:	50	0	ska	skal	slo	sləʊ
RIDEAU	ri	ree	ri:	50	17	roa	rɔ:	slu	slɔ
RIRE	ri	rea	ri:	67	25	roa	rɔ:	sna	snei
ROBINET	ro	roa	rɔ:	33	29	roo	ru:	zea	zi:
ROUGE	ru	roo	ru:	67	40	roe	rəʊ	fie	fi:
SCHÉMA	ʃe	sha	ʃeɪ	50	17	swi	swi	wor	wɜ:
SOURIS	su	soo	su:	50	33	soa	səʊ	drea	dri:
SPIRALE	spi	spee	spi:	50	29	spou	spəʊ	cloa	kləʊ
STYLE	sti	stee	sti:	75	20	stoa	stəʊ	craw	kru
STYLO	sti	stea	sti:	60	40	stoo	stu:	drow	drəʊ
TONNERRE	to	taw	tɔ:	40	12	thu	θɔ	hei	haɪ
TRISTE	tri	trea	tri:	60	33	traw	trɔ:	spla	splə

TROUVER	tʁu	troo	tru:	60	43	trow	traʊ	snai	snei
VIDE	vi	vee	vi:	67	17	voo	vu:	snu	sɪ
VILLE	vi	vea	vi:	67	20	vow	vaʊ	ske	ske

Annexe E : Etude 5 – Matériel de test : Mot cible et amorces selon la condition d’amorçage

Mot cible	Conditions d’amorçage		
	orthographique- phonologique (O+P+)	orthographique (O+P-)	non-relié (NR)
FRANÇAIS	fran	fra	clus
BRANCHE	bran	bra	plo
BLANCHE	blan	bla	dri
LANGUE	lan	la	fo
PENSE	pen	pe	tis
GENTIL	gen	ge	ru
PRENDRE	pren	pre	fla
RENDRE	ren	re	pi
GENDARME	gen	ge	fic
VENTRE	ven	ve	gir
LENTEMENT	len	le	ra
SINGE	sin	si	noc
PRINCESSE	prin	pri	blam
LINGE	lin	li	ja
VINGT	vin	vi	te
CONFITURE	con	co	pu
MONTRER	mon	mo	gri
RONDE	ron	ro	du
CONDUIRE	con	co	sim
MONDE	mon	mo	ter
LONGUE	lon	lo	ri
LUNDI	lun	lu	ros
PANNE	pa	pan	be
PLANÈTE	pla	plan	cris
PANIER	pa	pan	cir
CANARD	ca	can	vo
FENÊTRE	fe	fen	jar
GRENIER	gre	gren	plu
RENARD	re	ren	fus
VENIR	ve	ven	mul
GENOUX	ge	gen	til
GRENOUILLE	gre	gren	cla
VENUE	ve	ven	ni
CINÉMA	ci	cin	ger
MINUTE	mi	min	na
SINON	si	sin	dur
FINIR	fi	fin	so
TONNERRE	to	ton	fes
BONNET	bo	bon	vu
BONHEUR	bo	bon	ma
DONNER	do	don	lis
BONNE	bo	bon	ju
CONNAÎTRE	co	con	dis
LUNETTES	lu	lun	de

