



HAL
open science

Influences réciproques entre le langage écrit et le langage oral

Ophélie de Sousa Oliveira

► **To cite this version:**

Ophélie de Sousa Oliveira. Influences réciproques entre le langage écrit et le langage oral. Psychologie. Université de Poitiers (France), 2018. Français. NNT : . tel-01996879

HAL Id: tel-01996879

<https://hal.science/tel-01996879v1>

Submitted on 28 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

THESE

Pour l'obtention du Grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE POITIERS
(Diplôme National - Arrêté du 25 mai 2016)

U.F.R. : Sciences Humaines et Arts

École Doctorale : Cognition, Comportement, Langage(s)

Section CNU : 16

Présentée par **Ophélie DE SOUSA OLIVEIRA**

Influences réciproques entre le langage écrit et le langage oral

Étude de la co-activation des représentations orthographiques et
phonologiques

Sous la direction de : **Éric LAMBERT** et **Thierry OLIVE**

Jury

Patrick Bonin	Professeur, Membre de l'IUF, Université de Dijon	Rapporteur
Marie-Line Bosse	Professeure, Université de Grenoble	Examinatrice
Eric Lambert	Professeur, Université de Poitiers	Directeur
Stéphanie Mathey	Professeure, Université de Bordeaux	Rapporteuse

Soutenue le 6 décembre 2018

"Des savoirs & des talents"



Remerciements

« Ne compter que sur soi c'est risquer de se tromper. »
(Pierre Gravel)

Réaliser une thèse est une aventure à la fois longue, parfois fatigante, souvent gratifiante. Si je suis arrivée aujourd'hui à rendre ce document, c'est avant tout parce que j'ai eu la chance d'être soutenue par un très grand nombre de personnes que j'aimerais aujourd'hui remercier chaleureusement.

J'adresse ainsi un grand merci...

À mes directeurs de thèse, Thierry Olive et Eric Lambert, qui ont accepté de me confier ce projet et l'ont encadré pendant quatre années. Pour tout le temps que vous m'avez consacré, vos conseils toujours avisés, votre écoute et aussi pour avoir eu la chance de travailler avec des chercheurs passionnés par ce qu'ils font.

À Patrick Bonin (avec qui j'ai eu la chance de travailler en master pendant deux ans), Stéphanie Mathey et Marie-Line Bosse pour avoir accepté de prendre sur votre temps pour être dans le jury de cette thèse.

Au ministère, pour avoir financé ce projet pendant trois années pendant lesquelles j'ai pu entièrement me consacrer à la recherche.

Au laboratoire CeRCA, pour m'avoir accueillie et m'avoir offert d'excellentes conditions de travail et tout particulièrement au membre de l'équipe PrEc (merci à tous pour votre bienveillance). Merci également à Hélène et Sarah, vous qui avez toujours été là pour répondre à mes questions, mais aussi (et surtout) pour rigoler. J'adresse également mes remerciements à François Débien, mon seul et unique n+1. Merci pour ta bonne humeur, ton énergie et notre formation au secourisme que je ne suis pas prête d'oublier ! A Valérie, grâce à qui j'ai pu travailler dans un bureau toujours propre. Merci pour ta gentillesse et ta bienveillance.

À l'école doctorale et plus particulièrement à Lucette et Pascaline. Lucette, toi qui en qualité de directrice, avait un jour partagé un morceau de pain avec moi au cours d'un repas (mais aussi, plus généralement, pour ta gentillesse et ta bonne humeur – parce que ça serait dommage que l'on pense que tu ne m'as finalement apportée que ça). Pascaline, merci également pour ta bonne humeur en dépit de toutes ces questions (existentielles) que j'avais ces derniers temps.

Aux écoles primaires Georges Brassens et de Quincay ainsi qu'au collège Henri IV pour m'avoir accueilli et aux enfants qui ont contribué à la réalisation de cette thèse.

À l'ensemble des doctorants (et assimilés) du CeRCA et aux très belles rencontres que j'ai pu faire pendant quatre années. Nadia, en tant que « grande PrEc », merci d'avoir

pris soin de moi comme une vraie maman ! Parce que sans toi, je n'aurais pas eu de lit (ni d'assiettes, ni de couverts... Pas grand-chose, à vrai dire). À Betty (bébé PrEC depuis 2015... Maintenant que tu vas être docteur, tu vas pouvoir mettre à jouer ton titre !), Margaux (mon petit dinosaure) et Sirine (ma Riri), mes comparses de réunion PrEc et bien plus encore, merci beaucoup pour votre gentillesse, votre bonne humeur, nos discussions, les colloques passés ensemble et tout le reste. Un remerciement tout particulier à Betty qui a souvent partagé mes divagations psycholinguistiques (sans doute parce qu'elle était la seule à les comprendre). À Andrei et Edward, pour avoir été des collègues de bureau (et amis, hein) magiques ! Grâce à vous, venir travailler a toujours été un plaisir alors surtout, ne changez pas... vous êtes parfaits (et avec Daniel, la relève semble assurée) ! À Virginie et Sophie-Anne, désolée d'avoir régulièrement fait mes pauses dans votre bureau ces derniers temps... mais ça me faisait toujours le plus grand bien (de venir vous embêter). À Julien et Léa, pour votre duo inimitable, nos sorties et votre bonne humeur, merci beaucoup ! Travailler à vos côtés m'aura permis de tenir bon, même quand j'avais envie de jeter (amoureusement) ma thèse par la fenêtre (heureusement que dans ces moments-là je tenais aussi à mon ordinateur) !

À ma petite famille qui a supporté cette thèse sans jamais rien avoir demandé à personne. A Florian, pour avoir supporté mes magnifiques sautes d'humeurs et surtout mes craquages réguliers je ne te dirai pas que je suis désolée (nope, parce que ce serait mentir) ... Mais plutôt que je te remercie d'avoir été là pour moi (et aussi pour la vaisselle !). À Mayu, toi qui comme moi adore gambader dans la nature, désolée d'avoir été parfois moins présente (mais on va bientôt pouvoir se rattraper). Et enfin à mon cactus, toi qui auras suivi de très près cette thèse et dont les longs silences éloquentes m'ont inspiré dans les heures les plus sombres de l'écriture de cette thèse.

À l'ensemble des personnes qui ont relu ce document : Andrei, Daniel, Julien, Julie, Jennifer, Florian L., Margaux, Maximilien, Florian R. et Virginie un immense merci (vous aviez sûrement déjà bien assez de votre thèse / vos études pour vous embêter sans avoir besoin de moi). Et comme promis, je vous invite tous à boire un coup !

À Marie-Françoise, qui en plus d'avoir pris grand soin de moi pendant ces quatre années en m'apportant à chaque fois ce dont j'avais besoin (je n'ai jamais manqué de rien grâce à toi) est revenue après son départ en retraite pour faire une relecture complète de ma thèse avec des petits chocolats (qui étaient d'ailleurs très bons !).

Et enfin, un grand merci à ma grand-mère qui bien qu'elle n'ait jamais compris réellement de ce que je faisais (désolée de n'avoir toujours pas réussi à te l'expliquer) m'a quand même un jour annoncé : « Qu'est-ce qu'il te manque dans ta thèse ? Je vais te l'écrire ! ».

Grâce à vous tous, je sais que je ne me suis pas trompée !

PS : normalement, personne n'aura été oublié... mais si jamais c'était le cas, merci à toi illustre inconnu.e à jamais perdu dans les abîmes de cette thèse (avec mes excuses les plus sincères). Je ne pourrai certes plus rien y faire, mais que cela ne t'empêche pas de venir me faire une réclamation ;)

Résumé

L'objectif général de la thèse est de définir les influences réciproques entre le langage oral et le langage écrit. Pour cela, la co-activation des codes orthographiques et phonologiques a été étudiée chez l'adulte et chez l'enfant, à l'oral et à l'écrit. En production écrite chez l'adulte, les codes phonologiques ne sont activés qu'avec des stimuli auditifs (Expériences 1 à 4). De plus, même lorsque leur activation est facilitée, les codes phonologiques ne semblent pas être activés avec des stimuli visuels (Expérience 5 et 6). Chez l'enfant, aucune réponse n'a pu être apportée concernant l'influence de l'oral sur l'écrit (Expérience 7). En production orale chez l'adulte, les codes orthographiques ne sont pas systématiquement activés (Expérience 8). Toutefois, ils peuvent jouer un rôle lorsque leur activation est facilitée (Expérience 9 à 12). Chez l'enfant, aucune réponse n'a pu être apportée concernant l'influence de l'écrit sur l'oral (Expérience 13). La co-activation des codes phonologiques et orthographiques n'est donc pas systématique en production écrite comme en production orale. La production orale semble en revanche davantage influencée par le langage écrit. L'influence entre le langage oral et le langage écrit serait donc dissymétrique.

Mots clefs : Production écrite ; Production orale ; Littératie ; Adulte ; Enfant ; Mots isolés ; Codes orthographiques ; Codes phonologiques

Abstract

The overall objective of this thesis is to define the mutual influences between the spoken and the written language. To achieve it, the coactivation of the orthographic and phonological codes has been studied in the spoken and written language of adults and children. In the adults' written productions, the phonological codes are activated only by audio stimuli (Experiments 1 to 4). Besides, even when their activation is facilitated, the phonological codes don't seem to be activated by visual stimuli (Experiments 5 and 6). Regarding the children's, no answer could be provided about the influence of the spoken language over the written language (Experiment 7). In the adults' oral productions, the orthographic codes aren't systematically activated (Experiment 8). However, they can be involved when their activation is facilitated (Experiments 9 to 12). Regarding the children's, no answer could be provided on the influence of the written language over the spoken language. Thus, the coactivation of the phonological and orthographic codes isn't systematic in both the writing and oral productions. Yet, the spoken language seems more influenced by the writing language than the opposite. The reciprocal influence between the spoken, and the written language would then be unequal.

Key words : Handwriting ; Speaking ; Literatie ; Adult ; Child ; Isolated word ; Orthographic codes ; Phonological codes



Table des matières

PREAMBULE : POURQUOI ETUDIER LA PRODUCTION ORALE ET LA PRODUCTION ECRITE ENSEMBLE ?	1
CHAPITRE 1 :L'INFLUENCE DE L'ORAL SUR L'ECRIT	6
1. Introduction	8
2. Modélisation de la production de mots isolés à l'écrit	9
2.1. Médiation phonologique obligatoire vs autonomie des codes orthographiques	9
2.2. Activation lexicale vs sous-lexicale des codes phonologiques.....	11
3. Le rôle de la phonologie dans l'écriture	12
3.1. Les indices marquant la présence de la phonologie en production écrite.....	12
3.2. L'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire	13
3.3. Une influence lexicale et/ou sous-lexicale ?	20
4. Une orthographe peut-être pas si dépendante de la phonologie que cela	21
4.1. Des patients capables d'écrire sans phonologie.....	22
4.2. L'orthographe accessible sans un recours obligatoire à la phonologie.....	25
4.2.1. <i>L'hypothèse de l'autonomie des codes orthographiques</i>	25
4.2.2. <i>Reste-t-il une place pour la phonologie en production écrite ? Les hypothèses lexicales et sous-lexicales</i>	34
5. Syllabe phonologique ou orthographique ? Une illustration du débat entre médiation phonologique obligatoire et autonomie orthographique	39
5.1. La syllabe phonologique, une illustration de la médiation phonologique obligatoire	39
5.2. La syllabe orthographique, une illustration de l'autonomie des codes orthographiques.....	42
6. Conclusion	45
6.1. Synthèse et analyses des résultats obtenus	45
6.2. Vers une version plus adaptable ?	52
6.3. Et chez l'enfant ?	52

CHAPITRE 2 : L'INFLUENCE DE L'ECRIT SUR L'ORAL	58
1. Introduction	60
2. L'influence de l'orthographe en perception orale de mots isolés	61
2.1. Modélisation de la perception orale de mots isolés	61
2.2. Les codes orthographiques sont-ils activés en perception du langage oral ?	64
3. Quelle influence pour l'orthographe en production orale de mots isolés ?	69
3.1. Modélisation de la production de mots isolés à l'oral	70
3.2. Les codes orthographiques sont-ils activés en production du langage oral ?	74
3.2.1. <i>Recherches expérimentales en faveur d'une activation de l'orthographe en production orale</i>	75
3.2.2. <i>Recherches expérimentales en défaveur d'une activation de l'orthographe en production orale</i>	77
3.2.3. <i>L'information orthographique est-elle nécessaire ? Une autre façon d'envisager l'activation des codes orthographiques</i>	79
4. Comment expliquer que les connaissances orthographiques influencent le traitement du langage oral ?	82
4.1. La signature anatomique du « virus » de la littératie sur le cerveau	82
4.1.1. <i>La visual word form area : création d'une zone cérébrale dédiée au langage lu et écrit</i>	85
4.1.2. <i>Une modification des zones cérébrales initialement impliquées dans le langage oral</i>	88
4.1.3. <i>Des modifications qui s'étendent bien au-delà des aires cérébrales impliquées dans le langage</i>	90
4.2. Deux origines possibles au rôle de l'orthographe : influence en temps réel vs restructuration	91
4.2.1. <i>Hypothèse de l'influence de l'orthographe en temps réel</i>	91
4.2.2. <i>Hypothèse d'une restructuration des codes phonologiques</i>	92
5. Conclusion	94
5.1. Synthèse et analyses des résultats obtenus	94
5.2. Quelle origine pour effet de l'orthographe en production orale : restructuration ou intervention en temps réel ?	98
5.3. Et chez l'enfant ?	98
 CHAPITRE 3 : PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE	 100
1. Problématique	102
2. Objectifs	103
3. Méthodologie	105
3.1. Choix du paradigme	105
3.1.1. <i>Le paradigme de Stroop</i>	105
3.1.2. <i>Quelle(s) précaution(s) pour l'adaptation de la tâche de Stroop ?</i>	107
3.1.3. <i>Adaptation de la tâche de Stroop</i>	109
3.2. Matériel expérimental	111
3.2.1. <i>Stimuli</i>	111
3.2.2. <i>Dispositif expérimental</i>	111
3.3. Variables dépendantes	112
3.3.1. <i>Temps de latence</i>	112
3.3.2. <i>Durées d'écriture pondérées</i>	112
3.4. Analyses statistiques	113
3.4.1. <i>Choix de l'outil statistique</i>	113
3.4.2. <i>Description de l'outil statistique</i>	115

CHAPITRE 4 : L'ACTIVATION DES CODES PHONOLOGIQUES EST-ELLE SYSTEMATIQUE EN PRODUCTION ECRITE CHEZ L'ADULTE ?..... 118

1. Introduction	120
2. Expérience 1 : Effet d'amorces visuelles sur la mobilisation des codes phonologiques	122
2.1. Méthode.....	123
2.2. Résultats.....	126
2.3. Discussion.....	128
3. Expérience 2 : Effet du processus de reconnaissance de mot ou effet du processus d'écriture ?	130
3.1. Méthode.....	131
3.2. Résultats.....	131
3.3. Discussion.....	133
4. Expérience 3 : Effet des amorces auditives sur la mobilisation des codes phonologiques	134
4.1. Méthode.....	135
4.2. Résultats.....	136
4.3. Discussion.....	138
5. Expérience 4 : Effet de facilitation orthographique ou effet de facilitation orthographique <u>et</u> phonologique ?	139
5.1. Méthode.....	141
5.2. Résultats.....	142
5.3. Discussion.....	143
6. Conclusion.....	145

CHAPITRE 5 : LE PROCESSUS PHONOLOGIQUE EST-IL ADAPTABLE AU CONTEXTE DE LA TACHE ? 148

1. Introduction	150
2. Le traitement du langage en production écrite chez l'adulte peut-il être modifié lorsqu'une facilitation supplémentaire est donnée à la phonologie ?.....	152
2.1. Expérience 5 : Effet de la présence d'une durée supplémentaire accordée au traitement des amorces sur la mobilisation des codes phonologiques	152
2.1.1. Méthode.....	153
2.1.2. Résultats.....	154
2.1.3. Discussion	156
2.2. Expérience 6 : Effet de la présence d'une activation supplémentaire des codes phonologiques sur leur mobilisation	158
2.2.1. Méthode.....	158
2.2.2. Résultats.....	161
2.2.3. Discussion	162
3. Expérience 7 : Le niveau d'acquisition de la littératie peut-il modifier la façon dont les codes orthographiques sont récupérés chez l'enfant ?.....	163
3.1. Méthode.....	167
3.2. Résultats.....	168
3.3. Discussion.....	170
4. Conclusion.....	172

CHAPITRE 6 : L'ACTIVATION DES CODES ORTHOGRAPHIQUES EST-ELLE SYSTEMATIQUE EN PRODUCTION ORALE CHEZ L'ADULTE ? 174

1. Introduction 176

2. Expérience 8 : Récupère-t-on systématiquement les codes orthographiques en production orale chez l'adulte ? 177

2.1. Méthode..... 178

2.2. Résultats..... 180

2.3. Discussion..... 180

3. Conclusion..... 181

CHAPITRE 7 : LE PROCESSUS ORTHOGRAPHIQUE EST-IL ADAPTABLE AU CONTEXTE DE LA TACHE ? 184

1. Introduction 186

2. Le traitement du langage en production orale chez l'adulte peut-il être modifié lorsqu'une facilitation supplémentaire est donnée à l'orthographe ? 187

2.1. Expérience 9 : Effet de la présence d'une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques sur l'activation des codes orthographiques 187

2.1.1. Méthode..... 189

2.1.2. Résultats..... 190

2.1.3. Discussion 192

2.2. Expérience 10 : Effet de la présence d'une activation supplémentaire des codes orthographiques sur leur mobilisation..... 193

2.2.1. Méthode..... 194

2.2.2. Résultats..... 196

2.2.3. Discussion 197

2.3. Expérience 11 : Effet du processus de reconnaissance ou effet de la tâche d'écriture ? 198

2.3.1. Méthode..... 199

2.3.2. Résultats..... 200

2.3.3. Discussion 201

2.4. Expérience 12 : Effet de facilitation orthographique ou effet de facilitation orthographique et phonologique ? 202

2.4.1. Méthode..... 203

2.4.2. Résultats..... 204

2.4.3. Discussion 205

3. Expérience 13 : Le niveau d'acquisition de la littératie peut-il modifier la façon dont l'activation supplémentaire des codes orthographiques agit sur la récupération de ces derniers chez l'enfant ? 206

3.1. Méthode..... 207

3.2. Résultats..... 208

3.3. Discussion..... 209

4. Conclusion..... 211

CHAPITRE 8 : DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE	214
1. Rappel des objectifs	216
2. Quelle influence pour les codes phonologiques en production écrite ?	217
2.1. Les codes phonologiques influencent-ils systématiquement la production écrite de mots isolés chez l'adulte ?	217
2.2. Une aide supplémentaire donnée aux codes phonologiques peut-elle modifier la façon dont l'orthographe est récupérée ?	221
2.3. Les codes phonologiques influencent-ils la production écrite de mots isolés chez l'enfant ?	222
3. Quelle influence pour les codes orthographiques en production orale ?	222
3.1. Les codes orthographiques sont-ils systématiquement mobilisés en production orale ?	222
3.2. Une facilitation supplémentaire donnée aux codes orthographiques peut-elle modifier la façon dont un mot est produit à l'oral ?	222
3.3. Les codes orthographiques peuvent-ils influencer la production orale de mots isolés chez l'enfant lorsqu'une activation supplémentaire leur est donnée ?	224
4. L'influence entre langage oral et langage écrit est-elle réciproque ?	224
5. Perspectives de recherches	225
5.1. En production écrite	225
5.2. En production orale	226
6. Conclusion générale	227
BIBLIOGRAPHIE	228
ANNEXES	254



Préambule

*Pourquoi étudier la production orale et la
production écrite ensemble ?*

D'un point de vue phylogénétique, le langage oral est antérieur au langage écrit (Scinto, 1986, vu dans Bonin, 2013). Cette antériorité est le fruit d'une longue évolution qui a commencé il y a plus de deux millions d'années. Quand l'homme s'est redressé pour accéder à la station debout, son appareil phonatoire s'est redressé par la même occasion, lui offrant ainsi la possibilité d'articuler une plus large gamme de sons (Dessalles, Picq & Victorri, 2010). L'augmentation de la masse de l'encéphale a également été un point clef dans la maturation du langage. Elle a permis l'apparition des aires de Broca sur une circonvolution frontale gauche et de Wernicke sur une circonvolution temporale gauche, aires qui sont impliquées dans la production et la perception du langage. Le langage articulé est ainsi apparu, en conséquence de ces transformations, il y a environ cent mille ans (Dessalles et al., 2010). L'apparition du langage écrit est beaucoup plus récente puisque les premières traces ne sont observées qu'il y a cinq mille ans environ en Mésopotamie (Dessalles et al., 2010). De son apparition jusqu'à très récemment, le langage écrit a, de plus, longtemps été réservé à une très faible partie de la population. En France, c'est notamment avec l'arrivée de l'école gratuite (1881), laïque et obligatoire (1882) sous l'égide des lois Jules Ferry que la lecture et l'écriture se démocratisent. Ainsi, contrairement au langage articulé, l'écriture est apparue très récemment et n'a été démocratisée que très tardivement, ce qui n'a pas permis au cerveau d'évoluer en conséquence afin de créer un réseau de neurones précâblé pour l'écriture (par exemple les aires de Broca ou Wernicke pour le langage articulé). C'est donc grâce à son incroyable plasticité et au recyclage neuronal (Dehaene & Cohen, 2007) que le cerveau s'adapte progressivement et met en place un réseau de neurones dédié à l'écriture.

D'un point de vue ontogénétique, le langage oral est également antérieur au langage écrit. Ainsi, après trois à quatre jours de vie, le nourrisson a la capacité de discriminer l'ensemble des sons utilisés dans les langues naturelles (Jusczyk, 1985 ; Babineau & Peperkamp, 2017). Vers dix mois, le nourrisson perd peu à peu cette capacité pour des contrastes non spécifiques à sa langue et se spécialise alors pour discriminer les sons de sa langue maternelle des autres langues parlées (Khul, 1993 ; Khul, Williams, Lacerda, Stevens & Lindblom, 1992 ; Werker & Tees, 1984). En outre, dès les premières semaines, le nourrisson possède déjà des capacités de catégorisation phonétique, rythmique et prosodique qui sont particulièrement adaptées au traitement du langage. Plus intéressant encore, ces capacités reposent sur des circuits cérébraux similaires à ceux observés chez l'adulte (Dehaene-Lambertz, Hertz-Pannier, Dubois & Dehaene, 2008). Le cerveau est donc

câblé dès la naissance pour permettre l'apprentissage de la parole et certains circuits utilisés chez l'adulte sont déjà présents dès la naissance. De la même façon, la maturation biologique du conduit vocal du nourrisson qui s'effectue au cours de sa première année de vie lui permet une production plus variée (Kent, 1976). C'est à peu près à la même période, entre onze et quatorze mois, que l'enfant prononce son premier mot (Bates, Dale & Thal, 1995 ; Bates et al., 1994 ; Vihman & Miller, 1988) et, dès dix-huit mois, des premiers assemblages de mots très simples sont observés (Boysson-Bardies, 1999, page 225). L'émergence de fonctions liées au langage est donc très précoce, de même que l'exposition au langage oral puisque cela se fait avant même sa naissance, alors que l'enfant est encore dans le ventre de sa mère (Querleu, Renard & Versyp, 1981 ; Lecanuet & Granier-Deferre, 1993). L'apprentissage du langage écrit est beaucoup plus tardif. C'est vers quatre ans, à l'école, que l'enfant commence à se familiariser aux gestes et au maniement de l'outil d'écriture (e.g. le stylo), de même qu'il commence à apprendre le tracé de quelques lettres. Vers cinq-six ans, l'enfant passe alors au tracé de mots, puis de phrases amorçant ainsi l'apprentissage du langage écrit (Eduscol, Septembre 2015). Au niveau cérébral, le langage écrit ne bénéficie pas, contrairement au langage oral, d'une structure préétablie spécifique sur laquelle il pourra se reposer pour évoluer comme évoqué précédemment.

À première vue, le langage oral par son apparition et son apprentissage plus précoce semble plus susceptible d'influencer le langage écrit que l'inverse. Mais est-ce vraiment le cas ? Cette question fait en tout cas fortement écho aux recherches qui ont été réalisées en production écrite et en production orale de mots isolés. D'un côté, les codes phonologiques – une composante du langage oral – ont été très rapidement proposés comme étant indispensables dans l'accès aux codes orthographiques à l'écrit. À l'inverse, l'influence de l'écriture – et notamment celle des codes orthographiques – sur la production orale a longtemps été ignorée. Pourtant, plusieurs travaux en neurologie et neuropsychologie indiquent aujourd'hui que le langage oral est, lui aussi, sous l'influence du langage écrit. Certains de ces travaux indiquent par exemple que les réseaux de neurones impliqués dans le langage oral subissent un très grand nombre de transformations au cours de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Ces transformations ont donc des chances de modifier la production orale telle qu'elle existait avant l'apprentissage de l'écriture.

À partir de ce constat, il a été choisi dans cette thèse d'aborder conjointement le langage écrit et le langage oral. Bien que très peu de travaux aient fait ce choix, il est apparu particulièrement pertinent puisque cela permet à la fois d'étudier l'influence d'un langage

sur un autre – écrit sur oral et oral sur écrit –, mais également dans quelle mesure cette influence est réciproque entre ces deux formes de langage.

Partant de l'antériorité du questionnement, les études portant sur l'influence du langage oral sur le langage écrit sont présentées dans une première partie. La partie suivante traite de l'influence du langage écrit sur le langage oral.

Le Chapitre 1 présente ainsi les différents travaux ayant analysé l'influence du langage écrit sur le langage oral tandis que le Chapitre 2 présente les différents travaux ayant porté sur l'influence du langage écrit sur le langage oral. À partir de ce cadre théorique, la problématique est présentée dans le Chapitre 3. L'objectif de cette thèse est donc d'étudier l'influence réciproque entre le langage écrit et le langage oral. Il s'agissait ainsi tout d'abord de définir le rôle des codes phonologiques en production écrite, puis de définir le rôle des codes orthographiques en production orale. L'analyse de ces deux formes de production devrait permettre de déterminer si l'influence des codes phonologiques en production écrite est identique à l'influence des codes orthographiques en production orale. L'activation des codes phonologiques en production écrite a ainsi été interrogée chez l'adulte dans le Chapitre 4. Il s'agissait, au cours de quatre expériences, de définir si les codes phonologiques étaient systématiquement activés. Dans deux expériences supplémentaires (Chapitre 5), la possibilité du système cognitif de l'écriture à s'adapter a été testée chez l'adulte. Enfin, une expérience a interrogé le rôle des codes phonologiques en production écrite chez l'enfant. L'activation des codes orthographiques en production orale a ensuite été analysée chez l'adulte (Chapitre 6). Il s'agissait de définir si les codes orthographiques étaient systématiquement activés. Dans cinq expériences supplémentaires, la possibilité du système cognitif de la parole à s'adapter a été testée chez l'adulte puis chez l'enfant (Chapitre 7). Enfin, les résultats obtenus dans les expériences présentées dans cette thèse sont résumés et interprétés dans le Chapitre 8 afin de déterminer les influences réciproques entre le langage oral et le langage écrit.

Chapitre 1

The title 'Chapitre 1' is rendered in a highly decorative, calligraphic black font. The letter 'C' is particularly large and features a bird perched on its top curve. The word 'Chapitre' is written in a similar style, with the 'h' and 'p' having elegant, sweeping flourishes. The number '1' is also stylized, with a long, thin tail that curves upwards. The entire title is embellished with delicate, hand-drawn floral sprigs and small butterflies, creating a whimsical and artistic appearance.

L'influence de l'oral sur l'écrit

1. Introduction

Le langage oral a-t-il une influence sur le langage écrit et, si tel est le cas, quelle est-elle ? En production écrite de mots isolés, cette influence a été interrogée au travers du rôle des codes phonologiques dans l'accès aux codes orthographiques. À l'heure actuelle, deux visions sont envisagées : l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire et l'hypothèse de l'autonomie orthographique.

L'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire assigne un rôle central à la phonologie dans l'accès aux codes orthographiques. Ce rôle central provient tout d'abord du fait que phylogénétiquement et ontogénétiquement, l'être humain apprend à parler avant d'apprendre à écrire. Le langage oral pourrait donc servir de support au langage écrit. Cette idée se retrouve dans les modèles proposés (pour une revue voir Damian, *in press*), notamment par Wernicke (1874) où les composants du langage écrit se greffent autour de ceux utilisés pour le langage oral. Les recherches menées en lecture ont également fortement influencé la modélisation de la production écrite. Il existe, en effet, un écart de près de vingt ans entre le début des recherches portant sur la lecture (à haute voix) et celles portant sur la production écrite. Il n'est donc pas rare que les propositions faites dans le domaine de la lecture soient adaptées par la suite en production écrite. Cela conduit par exemple à retrouver la conception de la double voie (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon & Ziegler, 2001) initialement proposée en lecture dans les modèles illustrant la production écrite de mots isolés (Rapp, Epstein & Tainturier, 2002).

L'hypothèse de l'autonomie orthographique donne, à l'inverse, un rôle optionnel à la phonologie dans l'accès aux codes orthographiques. Ce rôle optionnel, loin d'être intuitif, provient de l'étude de patients capables d'écrire un mot à partir d'une image tandis qu'ils sont paradoxalement incapables de produire ce même mot à l'oral (e.g. Patient PW de Rapp, Benzing & Caramazza, 1997). Ces résultats, impossibles à expliquer au travers de la médiation phonologique obligatoire pousse à proposer une nouvelle hypothèse.

Le conflit majeur qui oppose ces deux hypothèses provient du caractère obligatoire ou optionnel attribué à la phonologie dans l'accès à l'orthographe à l'écrit. Cela a amené quelques chercheurs à se pencher sur la question afin d'apporter des éléments de réponses pour départager ces deux hypothèses auprès de sujets typiques. Néanmoins, comme cela a été indiqué par la suite, un consensus clair peine à être trouvé.

Dans ce chapitre, chacune de ces deux hypothèses a tout d'abord été brièvement présentée dans le cadre du modèle proposé par Tainturier et Rapp (2001). Dans un second temps, les recherches menées en faveur de chacune de ces deux hypothèses ont été présentées puis illustrées au travers du débat qui entoure la syllabe concernant sa nature : phonologique ou orthographique. De par son antériorité historique, l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire ainsi que les études concernant cette hypothèse ont été présentées avant celles concernant l'hypothèse de l'autonomie orthographique.

2. Modélisation de la production de mots isolés à l'écrit

2.1. Médiation phonologique obligatoire vs autonomie des codes orthographiques

Si l'implication des codes orthographiques¹ n'a jamais été, à notre connaissance, remise en question en production écrite de mots, la façon dont ces derniers sont mobilisés est en revanche davantage sujette à débat. Dans le modèle de Tainturier et Rapp (2001), deux voies d'accès sont proposées.

¹ Dans le cadre des hypothèses de la médiation phonologique obligatoire et de l'autonomie orthographique, ils désignent de manière indifférenciée les informations contenues dans le niveau lexique orthographique et dans le niveau graphème. Il s'agit donc respectivement des représentations mentales de la forme orthographique des mots (pour le lexique orthographique) et des graphèmes qui sont le pendant graphique du phonème (il ne s'agit donc pas de lettres isolées, mais correspondant à un phonème, e.g. dans le mot « chien », le phonème / S/ correspond au graphème « ch »).

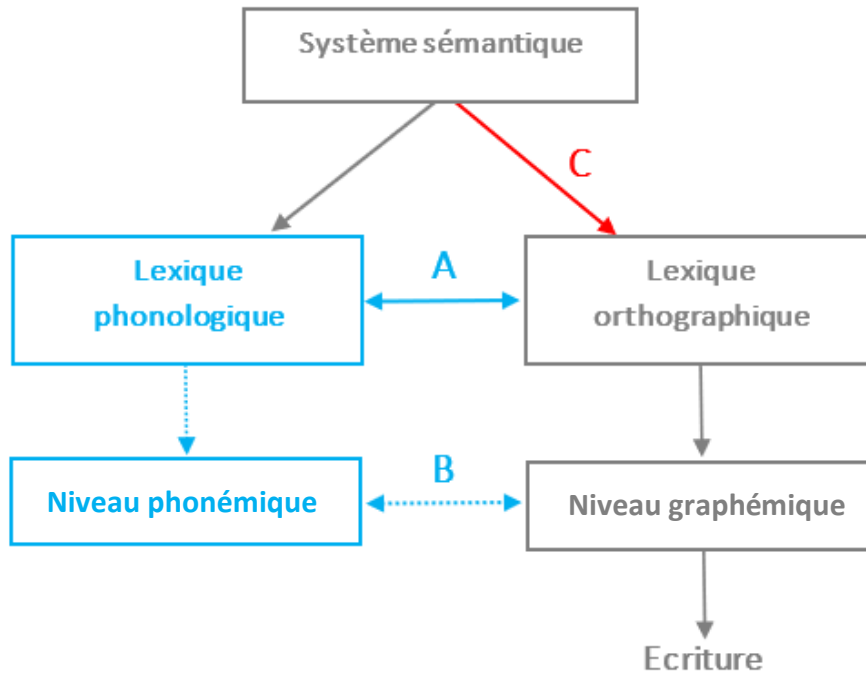


Figure 1: Illustration du modèle proposé par Tainturier et Rapp (2001), adapté depuis le modèle proposé par ces auteurs.

La première voie propose un chemin d'accès indirect (*cf.* Figure 1, lien A ou lien B), où le système sémantique mobiliserait tout d'abord le lexique phonologique qui à son tour récupérerait les codes orthographiques correspondant dans le lexique orthographique. La récupération des codes orthographiques serait donc soumise à une médiation des codes phonologiques qui est présentée comme obligatoire (Geschwind, 1969 ; Luria, 1970). En cas de lésion de la voie phonologique, le langage oral et le langage écrit devraient donc être affectés de manière équivalente.

La seconde voie (*cf.* Figure 1, lien C) propose un chemin d'accès direct, où les codes orthographiques seraient recrutés directement depuis le système sémantique. D'après l'hypothèse de l'autonomie orthographique (Rapp & Caramazza, 1994), il serait possible d'accéder aux codes orthographiques sans nécessairement mobiliser la phonologie au préalable. Les codes phonologiques auraient davantage un rôle de support, dans le sens où ils seraient activés en parallèle des codes orthographiques et qu'ils viendraient renforcer cette activation. En cas de lésion cérébrale rendant la récupération des codes phonologiques

impossible, seul le langage oral serait impacté tandis que l'écriture serait relativement bien préservée.

Si ces deux hypothèses peuvent expliquer la façon dont les codes orthographiques sont récupérés, il est important de souligner qu'elles ne peuvent pas coexister. En effet, selon la médiation phonologique obligatoire, toute autonomie des codes orthographiques est proscrite. À l'inverse, si l'hypothèse de l'autonomie orthographique n'exclut pas une influence de la phonologie dans la récupération des codes orthographiques, le caractère obligatoire de la médiation est proscrit. Ainsi, ces deux hypothèses s'opposent clairement sur la nature obligatoire ou optionnelle à accorder aux codes phonologiques.

Différentes recherches expérimentales ont été menées auprès de patients cérébrolésés et de sujets typiques pour étudier cette question. Ces recherches sont présentées et discutées dans la partie trois de ce chapitre.

2.2. Activation lexicale vs sous-lexicale des codes phonologiques

Comme indiqué sur la Figure 1, deux niveaux de traitement sont envisagés pour préciser l'origine de l'influence de la phonologie en production écrite : la voie lexicale d'un côté (Figure 1, lien A) et la voie sous-lexicale de l'autre (Figure 1, lien B).

Concernant l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire, la médiation phonologique a classiquement été envisagée comme étant sous-lexicale² (Geschwind, 1969 ; Luria, 1966, 1969). Le système sémantique activerait les représentations phonologiques du mot qui serait par la suite segmenté en phonèmes, ce qui permettrait la récupération des lettres correspondantes.

Concernant l'hypothèse de l'autonomie orthographique, si la phonologie ne joue pas obligatoirement un rôle de médiateur, cela ne veut pas dire pour autant qu'elle n'intervient pas. Selon l'origine de son influence, lexicale ou sous-lexicale, l'influence de la phonologie tendrait soit vers une version « faible » (Allport & Funnell, 1981 ; Patterson & Shewell, 1987), soit vers une version « forte » (Ellis, 1982 ; Ellis, Miller & Sin, 1983) de l'hypothèse. La version « faible » de l'hypothèse reposerait sur un

² Miceli, Benvegno, Capasso et Caramazza (1997) ont théorisé une version lexicale pour cette hypothèse où le système sémantique activerait les représentations phonologiques du mot qui activeraient à leur tour la représentation orthographique du mot. Ainsi pour écrire le mot chien par exemple le système sémantique appellerait les représentations phonologiques correspondantes à l'objet dans le lexique phonologique (/Sj5/) qui appelleraient à leur tour la représentation orthographique du mot dans le lexique orthographique (chien).

lien lexical entre le lexique phonologique et le lexique orthographique. L'influence de la phonologie se ferait par la récupération de la forme phonologique du mot dans le lexique phonologique qui, par sa connexion avec le lexique orthographique, viendrait renforcer l'activation reçue depuis le système sémantique. La version « forte » de l'hypothèse reposerait sur un lien sous-lexical entre phonèmes et graphèmes. L'influence de la phonologie se ferait donc par la récupération des phonèmes constitutifs du mot au niveau phonème qui, par sa connexion avec le niveau graphème, viendrait renforcer l'activation reçue depuis le système sémantique.

Cette distinction, lexicale / sous-lexicale, qui est aujourd'hui communément admise, vient de l'étude des symptômes de patients cérébrolésés présentant une lésion sélective de la voie lexicale (Beauvois & Derouesné, 1981 ; Shallice, 1981) ou sous-lexicale (Goodman-Schulman & Caramazza, 1987, voir le patient J.C.). L'observation de la performance écrite de patients présentant une lésion de la voie lexicale montre ainsi des difficultés plus élevées dans l'écriture de mots que dans celle de pseudo-mots. En effet, n'ayant pas accès à la voie lexicale, ils ne sont pas en mesure de récupérer la forme écrite de mots. De plus, n'ayant à leur disposition que la voie sous-lexicale, beaucoup de mots irréguliers ou inconsistants présentent des erreurs phonologiquement plausibles. À l'inverse, les patients présentant une lésion de la voie sous-lexicale montrent des difficultés plus élevées dans l'écriture de pseudo-mots que dans celle de mots. En effet, n'ayant pas accès à la voie sous-lexicale, ils ne sont pas en mesure de récupérer les graphèmes – par la procédure de conversion phonème-graphème – utiles à l'écriture de ces pseudo-mots.

3. Le rôle de la phonologie dans l'écriture

3.1. Les indices marquant la présence de la phonologie en production écrite

Plusieurs éléments tendent à montrer que l'oral, et plus particulièrement la composante phonologique, intervient en production écrite. Comme cela a déjà été indiqué en début de chapitre, l'élément le plus simple à avancer pour appuyer cette hypothèse est l'antériorité phylogénétique et ontogénétique du langage oral sur le langage écrit (Scinto, 1986). Il est ainsi aisé de penser que cette antériorité de l'oral a pu avoir des conséquences sur la construction du langage écrit, bien qu'il ne s'agisse pas d'un argument ayant valeur de démonstration.

Le deuxième élément à avoir été très tôt étudié est l'*inner speech* (Hotopf, 1980), cette voix interne que l'on entend lorsque l'on pense, lit ou écrit (Oppenheim & Dell, 2008). Perçu comme le signe de l'implication du langage oral dans un certain nombre d'opérations mentales, dont l'écriture (Sokolov, 1972), ce phénomène se distingue finalement de la production de la parole par la simple absence d'articulation (Levelt, Roelofs & Meyer, 1999).

Le troisième élément s'appuie sur des erreurs produites à l'écrit et plus spécifiquement sur les erreurs phonologiquement plausibles (EPP). Ces erreurs se caractérisent par une modification de l'orthographe correcte d'un mot, sans que cela n'altère sa prononciation. Cela conduit à produire à l'écrit des mots dont la structure orthographique est erronée, mais dont la structure phonologique est respectée, ce qui laisse penser que l'oral est presque « responsable » de ces erreurs. Ce type d'erreur est surtout observé dans des langues opaques comme l'anglais ou le français, en raison des très nombreuses particularités de ces langues (e.g. plusieurs graphies pour un même son, lettre doublée, lettre muette, etc.). Aitchison et Todd (1982) mettent ainsi en évidence des substitutions d'homophones (e.g. *there* pour *their*) ou quasiment homophoniques (e.g. *dirth* pour *dearth*).

Les éléments présentés précédemment ont amené Geshwind (1969) et Luria (1970) à proposer l'existence d'une médiation phonologique obligatoire en production écrite où la récupération des codes phonologiques est une étape *sine qua non* lors de l'accès aux codes orthographiques.

3.2. L'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire

Les premiers travaux présentés en faveur de cette hypothèse proviennent de la neuropsychologie avec l'étude de patients cérébrolésés. Chez les patients étudiés (Alajouanine & Lhermitte, 1960 ; Basso, Taborelli, & Vignolo, 1978 ; Head, 1926 ; Hecaen & Angelergues, 1965 ; Luria, 1966), lorsque la voie phonologique est endommagée, le langage oral et le langage écrit sont affectés de manière équivalente. Cette détérioration équivalente du langage oral et du langage écrit tend à indiquer que la voie phonologique soutient à la fois la production orale et la production écrite.

Si ces premiers résultats sont intéressants, ils n'en demeurent pas moins insuffisants pour conclure sur le caractère obligatoire de la médiation phonologique en production écrite. Étant observées chez des patients présentant une lésion cérébrale, deux explications sont

possibles : soit le patient était incapable d'écrire sans faire appel aux codes phonologiques avant la survenue de sa lésion, auquel cas ces résultats sont effectivement en faveur de la médiation phonologique obligatoire, soit le patient était capable d'écrire sans faire appel aux codes phonologiques avant la survenue de sa lésion, auquel cas ces résultats indiquent simplement que la lésion a privé le patient de la possibilité d'accéder directement aux codes orthographiques en plus de la lésion de la voie phonologique. Dans un cas comme dans l'autre, le patient présente une difficulté plus ou moins importante à s'exprimer à l'oral et à l'écrit. Départager ces explications avec l'étude de patients peut s'avérer difficile puisqu'aucune donnée ne peut être collectée avant la lésion pour répondre à cette interrogation. Aussi, quelques chercheurs ont choisi d'aborder cette question en interrogeant cette fois des sujets typiques.

Une première approche proposée par Damian, Dorjee et Stadhagen-Gonzalez (2011) a reposé sur une tâche d'amorçage intermodal. Leur idée était que s'il y a effectivement un lien entre la production orale et la production écrite et plus spécifiquement une dépendance de l'écrit vis-à-vis de l'oral, alors une première production à l'oral d'un mot devrait faciliter son écriture par la suite. Pour appliquer cette procédure, Damian et al. (2011) ont sélectionné un ensemble d'images et ont proposé une définition pour chacune, en s'assurant de ne pas invoquer de caractéristiques physiques de l'objet. Chacune des expériences conduites s'est déroulée en deux phases : une première phase où le participant dénommait l'objet à partir de sa définition (*study phase*) et une seconde phase où le participant dénommait l'objet à partir de l'image (*probe phase*). Seule la moitié des images présentées dans la deuxième phase correspondait à une définition vue dans la première phase. L'hypothèse des auteurs est que, lorsque l'objet a été dénommé une première fois à partir de sa définition, il est dénommé plus rapidement la seconde fois à partir de son image correspondante. Les deux productions consécutives étaient soit unimodales, le participant prononçait à l'oral (ou à l'écrit) le mot à partir des définitions, puis de nouveau à l'oral (ou à l'écrit) à partir des images, soit intermodales, le participant prononçait à l'oral le mot (ou à l'écrit) à partir des définitions, puis à l'écrit à partir des images (ou à l'oral). Dans une première étude, Damian et al. (2011) ont répliqué l'effet d'amorçage dû à la répétition à l'oral. Autrement dit, lorsque le mot a été produit à l'oral à partir de sa définition dans un premier temps, son image est dénommée à l'oral plus rapidement qu'une image dont la définition n'a pas été présentée au préalable. Dans une seconde étude, ce résultat est étendu à la production écrite. Lorsqu'un mot est produit à l'écrit à partir de sa définition dans un premier temps, le nom de son image est écrit

plus rapidement qu'une image dont la définition n'a pas été présentée au préalable. Un effet de facilitation unimodale, oral-oral ou écrit-écrit, est ainsi obtenu. À partir de ces premiers résultats, Damian et al. (2011) ont réalisé deux nouvelles études. Dans une première expérience, le nom de l'objet était produit à l'oral à partir de sa définition, puis à l'écrit à partir de son image et dans une seconde expérience, l'objet était produit à l'écrit à partir de sa définition, puis à l'oral à partir de son image. De nouveau, un effet de facilitation est observé pour les images (à l'oral ou à l'écrit) dont une définition a été produite préalablement (à l'écrit ou à l'oral). Un effet de facilitation intermodal, oral-écrit ou écrit-oral, est obtenu. Damian et al. (2011) concluent que la récupération des codes orthographiques est contrainte, dans une certaine mesure, par la récupération des codes phonologiques. Ils précisent toutefois que ces effets ont tendance à disparaître lorsqu'une tâche de suppression articulaire (qui implique la phonologie) est réalisée en même temps par le participant.

Une seconde approche qui a été utilisée pour aborder le rôle de la phonologie en production écrite, est celle de l'amorçage / interférence produite au sein même de la tâche (e.g. interférence image-mot). Deux éléments sont présentés conjointement ou successivement : l'amorce, sur laquelle le participant n'a pas de traitement particulier à effectuer et la cible, dont le participant doit écrire le nom. Dans cette approche, les amorces et les cibles sont présentées ensemble, à l'inverse de l'étude de Damian et al. (2011) où les amorces ont été présentées dans un premier temps et les cibles dans un second temps. De plus, la phonologie n'est pas activée au travers de la production du mot à l'oral, mais à l'aide du lien créé entre les amorces et les cibles employées qui permettent la création d'un recouvrement orthographique et/ou phonologique.

Dans étude menée en anglais par Zhang et Damian (2010), une image était présentée avec un mot distracteur qui était placé au centre de l'image. L'objectif du participant était d'écrire le nom de l'image, sans effectuer de traitement particulier sur le distracteur. Le mot distracteur était présenté en même temps que la cible ($SOA^3 = 0$ ms) ou peu de temps après l'apparition de la cible ($SOA = +100$ ms ou $SOA = +200$ ms). Deux types de liens entre distracteurs et cibles sont proposés : un lien orthographique, mais non phonologique, la

³ SOA est l'acronyme pour *Stimuli Onset Asynchrony*. Dans le paradigme de l'interférence, le délai entre le distracteur et la cible peut être manipulé. Il est ainsi possible de déterminer les représentations qui sont importantes à un moment donné. Un SOA peut être négatif (lorsque le distracteur est présenté avant la cible), neutre (lorsque le distracteur est présenté en même temps que la cible) ou positif (lorsque le distracteur est présenté après la cible). Un SOA négatif permet d'avoir des informations sur les représentations mobilisées précocement tandis qu'un SOA positif sur les représentations mobilisées plus tardivement.

voyelle centrale diffère (e.g. image cible : **hand** - /hænd/ ; amorce : **wand** - /wɒnd/⁴) et lien orthographique et phonologique (e.g. image cible : **hand** - /hænd/ ; amorce : **sand** - /sænd/⁵). Chacune de ces deux conditions a été comparée à une condition non-reliée. Dans une première étude, Zhang et Damian (2010) ont observé un effet significatif pour les deux conditions expérimentales avec un SOA de 0 ms. Néanmoins, cet effet est plus fort pour la condition « phonologique » (condition orthographique et phonologique), que pour la condition orthographique. La phonologie module ainsi l'effet de facilitation, puisque cet effet est plus important quand la phonologie est présente (dans la condition orthographique et phonologique), que quand la phonologie est absente (dans la condition orthographique). Un peu plus tardivement, avec un SOA de + 100 ms, les deux conditions apportent une facilitation identique. Avec un SOA de + 200 ms, aucune des deux conditions ne semble faciliter la production. Dans une seconde étude, Zhang et Damian (2010) se sont demandé si les codes phonologiques peuvent devenir « optionnels ». Pour répondre à cette question, ils ont proposé à leurs participants de réaliser la même tâche que précédemment en l'accompagnant d'une tâche de suppression articulatoire. Pour cela, les participants ont eu pour consigne de compter à voix haute, de un à dix, à chaque fois que la croix de fixation apparaissait. Zhang et Damian (2010) obtiennent deux effets de facilitations, à + 100 ms et à 0 ms. En revanche, aucune différence entre la condition orthographique et phonologique et la condition orthographique n'est observée. La suppression articulatoire a fait disparaître l'avantage que la phonologie apporte, sans pour autant supprimer l'effet de facilitation. Cette seconde étude amène les auteurs à conclure que, « par défaut », les codes phonologiques jouent un rôle en production écrite, mais que cette influence n'est ni universelle, ni obligatoire puisqu'elle peut être modulée expérimentalement.

Toutefois, pour soutenir l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire, Damian et ses collègues ont utilisé l'anglais. Comme Zhang et Damian (2010) ainsi que Damian et Qu (2013) l'indiquent eux-mêmes, la distinction entre les codes orthographiques et phonologiques n'est pas toujours évidente. En effet, dans les langues alphabétiques comme l'anglais, le son est directement porté par la lettre et inversement. C'est la raison pour laquelle Qu, Damian, Zhang et Zhu (2011), Damian et Qu (2013) ainsi que Qu, Damian et Li (2015) ont tenté d'approcher la question à l'aide du chinois mandarin. L'intérêt majeur de cette langue, d'un point de vue expérimental, est qu'il n'existe pas de lien défini

⁴ Hand est traduit par main, et Wand par baguette magique.

⁵ Hand est traduit par main, et Sand par sable.

entre les idéogrammes (la forme orthographique du mot) et un son (Wang, You & Zhang, 2012). Un même idéogramme peut avoir plusieurs prononciations et une même prononciation peut renvoyer à différents idéogrammes. Cette dissociation entre la forme orthographique des mots et les sons permet de dissocier l'effet de l'orthographe de la phonologie et d'étudier l'effet de l'orthographe seule et de la phonologie seule.

Ainsi, Qu et al. (2011) ont proposé à leurs participants une tâche identique à celle proposée par Zhang et Damian (2010). Une série d'images était présentée aux participants, chacune accompagnée d'un mot qui servait de distracteur. Comme précédemment, la présentation du distracteur intervenait soit en même temps que l'image cible (SOA = 0 ms), soit plus tardivement (SOA = +100 ms ; +200 ms). Le lien entre le nom de l'image cible et le mot distracteur était également manipulé.

Deux types de liens entre distracteurs et cibles ont été proposés : un lien orthographique et phonologique, où le nom de l'image et le distracteur partageaient le radical⁶ et possédaient une syllabe identique à l'image cible (e.g. image : « 櫻桃 » /ying1tao2/, traduit par « cerise » ; distracteur : « 櫻子 » /ying1zi/, traduit par « gland »), un lien phonologique uniquement, où le nom de l'image et le distracteur possédaient une syllabe identique mais avec un radical différent (e.g. image : « 櫻桃 » /ying1tao2/, traduit par « cerise » ; distracteur : « 英俊 » /ying1jun4/, traduit par « incroyable »). Chacune de ces deux conditions a été comparée à une condition non-reliée. Les effets de facilitation à 0ms et à +100 ms observés par Zhang et Damian (2010) avec la condition orthographique et phonologique étaient tous deux retrouvés. De manière plus intéressante, Zhang et Damian (2010) montraient également une facilitation dans la condition phonologique. Ces résultats, qui soutiennent les résultats de Zhang et Damian (2010), sont en faveur de la médiation phonologique des codes orthographiques.

Damian et Qu (2013) ont précisé le résultat obtenu par Zhang et Damian (2010) en manipulant une autre particularité propre au chinois : les tons.

⁶ Un radical est défini comme un élément graphique comportant un sens. En chinois, les idéogrammes sont ainsi composés d'un ou plusieurs radicaux. Dans l'étude de Qu et al. (2011), le radical « central » est identique tandis que les clefs seront différentes. Par exemple, « 櫻桃 » (cerise) est composé du radical n°75 « 木 » et « 櫻子 » (gland) est composé du radical n°120 « 艹 » tandis que le radical « central » qui suit la clef est identique « 嬰 ».

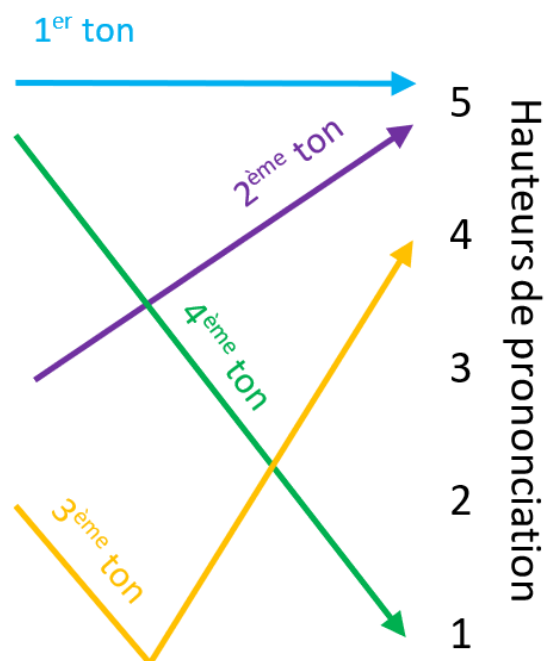


Figure 2 : Présentation des différentes hauteurs de prononciation pour les tons en chinois Mandarin

Le chinois est en effet une langue tonale, ce qui signifie que le ton sert à la distinction des mots. Quatre tons existent en chinois et se traduisent chacun par une hauteur de prononciation spécifique (cf. Figure 2 ci-dessus). Le premier ton est un ton haut (ou plat), puisqu'il correspond à la hauteur la plus élevée et ne connaît aucune variation dans sa prononciation. Le deuxième ton est un ton montant, il consiste à passer de la hauteur 3 à 5 au cours de la prononciation. Le troisième ton est un ton bas qui, à l'inverse du premier ton, concerne les hauteurs de prononciation 1 à 4. Le quatrième ton est descendant, puisqu'il consiste à passer durant la prononciation du mot de la 5^{ème} hauteur à la 1^{ère}. Pour faire un parallèle avec le français, ces quatre tons sont équivalents à quatre lettres supplémentaires qui peuvent faire prendre différents sens à un « même mot ». Si l'on prend, par exemple, le mot « ma » en chinois, il peut prendre plusieurs significations en fonction du ton employé. Sur le premier ton, « mā » (妈) signifie « maman », sur le second ton « má » (麻) signifie « engourdi », sur le troisième ton, « mǎ » (马) signifie « cheval » et sur le quatrième ton, « mà » (骂) signifie « gronder ». Dans l'expérience précédente, Qu et al. (2011) ont confondu le ton dans le recouvrement phonologique lors de la manipulation de ce dernier

(e.g. image : « 櫻桃 » /ying1tao2/, traduit par « cerise » ; distracteur : « 櫻子 » /ying1zi/, traduit par « gland »). Dans cette expérience, Damian et Qu (2013) ont donc affiné la manipulation du recouvrement phonologique en dissociant le recouvrement tonal du recouvrement phonologique. L'objectif était de déterminer le rôle du ton dans la facilitation phonologique précédemment observée.

Pour cela, les auteurs ont adapté la tâche de Stroop (Stroop, 1935). Les participants voyaient apparaître à l'écran un caractère chinois écrit en couleur. La tâche des participants était simplement d'écrire la couleur du caractère (cible) sans prêter attention au mot écrit à l'écran (distracteur). Les auteurs avaient sélectionné quatre couleurs monosyllabiques : le violet (紫, /zi3/), le vert (绿, /lü4/), le rouge (红, /hong2/) et le bleu (蓝, /lan2/) ainsi qu'une liste de 72 mots également monosyllabiques. Le lien existant entre la couleur cible et le mot distracteur a été manipulé afin de proposer quatre types de recouvrement entre caractères et sons, qui étaient : à la fois homophones et avaient la même tonalité (e.g. nourriture - 洪, /hong2/ - amorçait rouge - 红/hong2/ -), homophones, mais ne partageaient pas la même tonalité (e.g. séchage - 烘, /hong1/ - amorçait - 红, /hong2/ -), homophones avec une autre couleur que la couleur cible et partageaient la même tonalité (e.g. nourriture - 洪, /hong2/ - amorçait vert - 绿, /lü4/ -) ou homophones avec une autre couleur que la couleur cible et ils ne partageaient pas non plus la même tonalité (ex. séchage - 烘, /hong1/ - amorçait vert - 绿, /lü4/ -). L'intérêt d'une telle manipulation était que, contrairement à l'étude de Qu et al. (2011), les effets liés à la tonalité et à l'homophonie étaient facilement dissociés. Les auteurs ont également manipulé les SOA en proposant deux SOA négatifs où la couleur était présentée après l'apparition du distracteur (SOA = -300 ms ; SOA = -150 ms) et un SOA neutre où la couleur était présentée en même temps que le distracteur (SOA = 0 ms). Dans une première expérience, les auteurs ont tout d'abord observé un effet de facilitation lorsque le caractère et la couleur étaient à la fois homophones et partageaient le même ton à un SOA de -150 ms. Cet effet de facilitation disparaissait lorsque le caractère et la couleur étaient uniquement homophones, mais ne partageaient pas le même ton. Ces premiers résultats semblent indiquer que le ton, plus que l'homophonie, est un facteur important en chinois. Les auteurs avaient également observé un effet d'interférence lorsque caractère et couleur n'étaient pas homophones mais partageaient le même ton à -150 ms et à 0 ms. Lorsque caractère et couleur n'étaient pas homophones et ne partageaient pas le même ton,

un nouvel effet d'interférence était observé de manière plus précoce à -300 ms et à -150 ms. Ces résultats semblent indiquer que le ton joue un rôle précoce aux alentours de -150 ms tandis que l'homophonie (donc la phonologie) ne jouerait aucun rôle (*cf.* la condition homophone avec un ton différent). Dans une seconde expérience, Damian et Qu (2013) ont proposé de réaliser la même étude en remplaçant la réponse manuscrite par une tâche de catégorisation – presser une touche – afin de tester deux hypothèses explicatives des résultats observés précédemment. La première hypothèse était que l'effet d'interférence trouvé dans la première expérience était dû à la co-activation des multiples sens évoqués par les distracteurs homophones. Si tel était le cas, cet effet étant indépendant du mode de réponse, il devrait être retrouvé également avec une tâche de catégorisation. La seconde hypothèse était que l'effet de facilitation observé reposait sur un mécanisme qui amorce une réponse graphémique phonologiquement contrôlée. Cet effet devrait donc disparaître, puisque la génération de codes verbaux n'était plus nécessaire. Les auteurs ont retrouvé un effet d'interférence dans leurs résultats pour les caractères qui portaient le ton et pour ceux qui ne le portaient pas, à tous les SOA (SOA = -300 ms ; -150 ms et 0 ms). Le niveau de traitement de cette interférence ne dépendait donc pas du mode de réponse, puisque l'effet était retrouvé avec une tâche de catégorisation. À l'inverse, l'effet de facilitation disparaissait complètement avec les deux types de recouvrement (homophone et tonalité ; homophone sans la tonalité). Il serait donc spécifique, comme attendu, aux réponses manuscrites. Les résultats de ces deux expériences apportent ainsi de nouveaux éléments en faveur de l'implication de la phonologie en production écrite.

Les différents résultats de ces études convergent tous en un point : la phonologie joue un rôle important dans la sélection des codes orthographiques.

3.3. Une influence lexicale et/ou sous-lexicale ?

Les différentes études présentées sont en faveur d'une médiation phonologique obligatoire. Néanmoins, aucune de ces études ne précise clairement si l'influence phonologique est lexicale (Figure 1, lien A) ou sous-lexicale (Figure 1, lien B). Cette absence de spécification dans les résultats présentés précédemment peut facilement s'expliquer d'un point de vue historique. La médiation phonologique obligatoire a, en effet, initialement été conçue comme étant sous-lexicale (Bonin, 2013).

À notre connaissance, seuls Zhang et Wang (2015) ont interrogé la voie lexicale et sous-lexicale en chinois Mandarin dans le cadre de l'hypothèse de la médiation

phonologique obligatoire. Les auteurs ont conduit deux études pour tester chacune de ces voies. Une série d'images était présentée à des participants chinois et la fréquence du nom des images était manipulée (peu fréquent vs très fréquent). Dans une première expérience, afin de tester la voie sous-lexicale, la régularité était également manipulée (régulier vs irrégulier). Les auteurs ont analysé les latences de dénomination. Une interaction significative entre la fréquence des mots et la régularité a été observée. Les caractères phonétiquement réguliers étaient écrits plus lentement que ceux phonétiquement irréguliers dans la condition basse fréquence, tandis qu'aucun effet n'était observé dans la condition haute fréquence. Ces résultats indiquent que la régularité du lien existant entre un son et sa forme écrite au niveau sous-lexical influence la production de caractères chinois. Dans une seconde expérience, les auteurs ont testé l'influence lexicale en manipulant la densité des homophones (dense vs éparse). La tâche utilisée dans cette expérience différait de la première expérience puisque les participants devaient apprendre un bloc de quatre caractères et, après un entraînement, écrire ces caractères. À nouveau, les latences ont été analysées. Premièrement, Zhang et Wang (2015) ont retrouvé l'effet de fréquence observé dans l'Expérience 1. Ensuite, les auteurs ont également observé que les caractères avec des homophones denses ont demandé plus de temps à être écrits que les caractères avec des homophones épars. Ainsi, en chinois Mandarin, les codes phonologiques contraignent la sélection des codes orthographiques via la voie lexicale et via la voie sous-lexicale.

4. Une orthographe peut-être pas si dépendante de la phonologie que cela...

L'hypothèse de médiation phonologique obligatoire fait néanmoins face à un certain nombre de problèmes qu'elle ne semble pas être en mesure d'expliquer. Par exemple, dans sa forme sous-lexicale, cette hypothèse peut difficilement rendre compte d'une production orthographique correcte dans des langues opaques comme le français ou l'anglais où les correspondances phonèmes-graphèmes ne sont pas systématiques. Il existe également un certain nombre d'informations écrites qui n'ont aucun équivalent phonologique. En français, notons, par exemple, la présence de lettres muettes comme le « h » (e.g. le h dans *hibou*) ou encore les lettres doublées (e.g. les « tt » dans le mot *mouette*). Si l'orthographe est récupérée par la voie sous-lexicale, cela signifie que chaque phonème active les graphèmes correspondants. Ainsi, si l'on reprend l'exemple du mot *hibou*, à partir des phonèmes /i/ et

/bu/, les graphèmes « i », « b », « o » et « u » seraient récupérés. Néanmoins, la lettre « h » qui n'a pas une unité phonémique correspondant dans le niveau phonème ne parviendrait donc pas à être récupérée et hibou serait écrit « ibou ». De la même façon, la production de mots homophones fait également débat (e.g. *vers*, *verre*, *vair*, *ver*, *vert* qui se prononcent tous /vER/). Toujours selon cette hypothèse, un mot ayant un ou plusieurs homophones, verrait ses phonèmes constituants récupérés au niveau phonème. S'il l'on reprend l'exemple du mot *vers*, à partir du phonème /vER/, les graphèmes correspondants seraient récupérés. Le problème ici est que plusieurs graphèmes sont possibles pour l'écriture du son /ER/, aussi il serait impossible de déterminer les graphèmes à récupérer et donc l'orthographe du mot à écrire.

Le plus gros problème auquel a fait face cette hypothèse est néanmoins le cas de patients cérébrolésés présentant une incapacité à produire un mot à l'oral... tout en restant capable de le produire à l'écrit ! C'est d'ailleurs ce qui a conduit Rapp et Caramazza (1994) à proposer l'hypothèse de l'autonomie de l'orthographe.

4.1. Des patients capables d'écrire sans phonologie

Comme indiqué précédemment, le problème le plus important auquel ait fait face l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire est l'existence de patients incapables de parler... mais capables d'écrire. Les travaux réalisés avec ces patients sont présentés dans cette partie.

Certains patients possèdent en effet des patterns de performances en production écrite particuliers, incompatibles avec l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire. Dans l'étude de Basso et al, (1978), si la plupart des cinq cents patients étudiés montraient des détériorations similaires en production orale et en production écrite, il n'en demeure pas moins que quatorze d'entre eux semblaient présenter une dissociation entre les troubles qu'ils présentaient à l'oral et ceux qu'ils présentaient à l'écrit. Ainsi, sept d'entre eux montraient des déficits en production écrite allant de la production de mots mal orthographiés à la production de néologismes tout en ayant une production orale préservée. Dans le cadre de la médiation phonologique obligatoire, si la production orale est relativement préservée, alors la production écrite, qui consiste en une conversion du langage oral à l'écrit, devrait également être préservée. De plus, la présence de néologismes à l'écrit chez cinq de ces patients indique que des mots pourtant produits correctement à l'oral sont

impossibles à produire à l'écrit. Plus intéressant encore, sept autres patients de l'échantillon montraient le pattern inverse : leur production écrite était relativement préservée tandis que leur production orale était clairement déficiente. Toujours dans le cadre de l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire, ces performances sont impossibles à expliquer. En effet, à partir du moment où la voie phonologique n'est plus disponible pour l'oral, elle ne devrait plus l'être pour la conversion phonème-graphème. Pourtant, avec de très forts déficits en description orale et en dénomination, ces patients avaient une écriture préservée. Chez deux autres patients, alors que la production orale était fluente, elle était sévèrement altérée par des circonlocutions⁷, des paraphasies⁸ et des anomies⁹, tandis que l'écriture était en partie préservée. L'étude de ces quatorze patients met ainsi en évidence une double dissociation entre le langage oral et le langage écrit.

La présence de patients ayant une production écrite préservée avec une production orale déficiente est un premier argument fort à la fois en faveur d'une dissociation entre oral et écrit et en défaveur de l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire. Des patterns similaires de réponses étaient d'ailleurs rapportés par Rapp et al. (1997) avec la patiente PW et par Rapp et Camarazza, (1997) avec le patient PBS.

La production de ces patients à l'oral et l'écrit était, une fois de plus, inconsistante avec la médiation phonologique obligatoire puisque la phonologie étant le support de l'orthographe, les mêmes réponses (ou absences de réponses) sont attendues. Rapp et al., (1997) avait par exemple demandé à la patiente PW de produire un mot à l'écrit, puis à l'oral et enfin à nouveau à l'écrit à partir d'une même image : les réponses à l'écrit étaient généralement similaires sur les deux productions écrites tandis que la dénomination à l'oral était soit erronée (e.g. erreur sémantique avec banane produite à l'oral pour le mot oignon), soit impossible (illustrées dans le Tableau 1).

⁷ La circonlocution est à l'origine un procédé rhétorique par lequel un mot est remplacé par une expression le désignant. Chez les patients, cela se remarque par exemple par une incapacité à désigner un objet par son nom sinon par une description.

⁸ Il existe deux types de paraphasies. La paraphasie phonémique, qui consiste en une transformation phonologique (e.g. substitution de phonèmes) du mot et la paraphasie verbale, qui consiste en une substitution lexicale.

⁹ L'anomie est un trouble du langage qui est caractérisé par une difficulté, pour le patient, à trouver ses mots.

Tableau 1 : *Illustration des inconsistances entre la production écrite et la production orale chez la patiente PW (Rapp et al., 1997)*

Exemples	Écrit (1)	Oral	Écrit (2)
Onion (Oignon)	Correcte O-N-I-O-N	Sémantique « banana » (banane)	Correcte O-N-I-O-N
Pumpkin (Citrouille)	Correcte – mal orthographié P-U-W-P-I-N	Impossible « Je ne sais pas »	Correcte – mal orthographié P-U-M-P-I-N

Lorsque la patiente avait la consigne inverse, produire à l'oral une première fois, puis à l'écrit et enfin à l'oral, les mêmes inconsistances étaient observées (illustrées dans le Tableau 2).

Tableau 2 : *Illustration des inconsistances entre la production orale et la production écrite chez la patiente PW (Rapp et al., 1997)*

Exemples	Oral (1)	Écrit	Oral (2)
Tiger (Tigre)	Sémantique « Lion »	Correcte T-I-G-E-R	Sémantique « Lion »
Bagel (Bagel)	Impossible « Je ne sais pas »	Correcte B-A-G-E-L	Impossible « Je ne sais pas »

De plus, les réponses écrites et orales restaient consistantes d'une production à l'autre (illustrées dans le Tableau 3). Ce qui indique que le système qui sous-tend les réponses de chaque modalité était stable dans le temps.

Tableau 3 : *Illustration de la consistance des réponses dans une même modalité, avec une inconsistance entre production orale et production écrite chez la patiente PW (Rapp et al., 1997)*

Exemples	Oral (1)	Écrit (1)	Oral (2)	Écrit (2)
Pillow (oreiller)	Correct « Pillow »	Sémantique B-E-D (lit)	Correct « Pillow »	Sémantique B-E-D (lit)

D'autres résultats similaires d'inconsistances ont été rapportés par Miceli, Capasso et Caramazza (1999) avec le patient ECA – e.g. face à l'image d'un « orgue » (*organ*), il produisait à l'écrit « piano » et à l'oral « église » (*church*) – ou encore par Miceli et al. (1997) avec le patient WMA – e.g. face à l'image d'une « pince » (*pliers*), il produisait à l'écrit « scie » (*saw*) et à l'oral « tenailles » (*pincers*) –.

L'ensemble des résultats présentés jusqu'ici argumente principalement contre la version lexicale de la médiation phonologique obligatoire dans le sens où les erreurs principalement observées à l'oral comme à l'écrit consistent souvent dans des substitutions sémantiques ou dans l'absence de réponse dans l'une ou l'autre modalité. Néanmoins, la lecture et l'écriture de non-mots, qui reposent sur la voie sous-lexicale, révèlent également une dissociation entre production orale et production écrite. La patiente CBH (Balasubramanian & Cohen, 2014) atteinte d'une agraphie isolée avait de très faibles performances pour l'écriture de non-mots (seuls 20% étaient produits à l'écrit) tandis qu'elle parvenait à les lire la plupart du temps (83,5% étaient produits à l'oral). Un pattern similaire de réponses était observé chez WMA (Miceli et al., 1997) qui parvenait à lire correctement 33,9% des lettres¹⁰ en lecture à voix haute de non-mots et à reproduire seulement 8,3% des lettres à l'écrit en copie sous dictée.

Ces résultats ne peuvent s'expliquer par une médiation phonologique obligatoire. Rapp et Caramazza (1994) ont alors proposé l'hypothèse de l'autonomie des codes orthographiques, laquelle serait davantage compatible avec l'ensemble des observations présentées précédemment. Dans cette hypothèse, comme illustrée dans la Figure 1, les codes orthographiques sont récupérés directement depuis le système sémantique sans nécessiter la récupération obligatoire des codes phonologiques.

4.2. L'orthographe accessible sans un recours obligatoire à la phonologie

Il est important d'indiquer que l'ensemble des résultats présentés dans la partie précédente sont issus de l'étude de patients cérébrolésés. Il est donc concevable que cette possibilité « d'écrire sans phonologie » existe simplement en raison d'une adaptation du cerveau post-lésionnel. L'hypothèse de l'autonomie orthographique nécessite donc, à ce stade, une validation expérimentale chez des participants ne présentant aucune lésion.

4.2.1. *L'hypothèse de l'autonomie des codes orthographiques*

Les premières études expérimentales menées pour tester l'hypothèse de l'autonomie des codes orthographiques remettaient surtout en cause la médiation phonologique

¹⁰ La justesse des réponses aux pseudo-mots était mesurée sur la base du pourcentage de lettres correctement reproduites.

obligatoire, à l'image des recherches menées auprès de patients cérébrolésés présentées précédemment.

Bonin et Fayol (1996) ont été les premiers à s'inscrire dans cette optique. Ils ont ainsi proposé à des participants français une tâche de dénomination écrite (pour une moitié des participants) et orale (pour l'autre moitié des participants). La nature du matériel utilisé a également été manipulée et les mots étaient présentés : sous forme d'image, sous forme auditive et sous forme écrite au cours de trois sessions différentes. Ainsi, deux conditions ont été créées : une condition « même modalité » où le participant produisait un mot sous la même forme qu'il lui avait été présenté (e.g. un mot présenté sous sa forme auditive était produit à l'oral ; un mot présenté sous sa forme visuelle était produit à l'écrit) et une condition « image » où le participant produisait un mot à partir d'une image. Bonin et Fayol (1996) ont tout d'abord fait l'hypothèse qu'il n'y a pas de lien direct entre les représentations orthographiques et phonologiques et une image au sein du lexique. Ainsi, si l'information phonologique est nécessaire dans l'accès aux codes orthographiques, alors la différence de temps de réaction observée entre la production orale et la production écrite devrait être plus importante dans la condition « image » que la différence observée entre la production orale et la production écrite dans la condition « même modalité ». Autrement dit, une interaction entre la modalité et le type de production (orale ou écrite) était attendue.

L'analyse des temps de réaction a tout d'abord révélé que la production à partir d'images a pris plus de temps que la production dans la condition « même modalité ». Ce premier résultat confirme que les images, contrairement aux inputs linguistiques (visuels ou auditifs), n'ont pas de connexion directe avec la représentation du mot dans le lexique mental (Glaser & Glaser, 1989 ; Smith & Magee, 1980 ; Bonin & Fayol, 1996). En revanche, aucune interaction n'était observée avec la différence calculée sur les temps de réaction obtenus à partir d'images et la condition « même modalité ». Les participants prenaient en moyenne le même temps pour produire un mot (à l'écrit ou à l'oral), qu'ils aient eu à le produire à partir d'une image ou à partir d'un mot présenté dans la même modalité (mot présenté visuellement pour la production écrite ; mot présenté auditivement pour la production orale). Les auteurs ont ainsi apporté des premiers résultats en défaveur d'une médiation phonologique obligatoire.

À la suite de cette première étude, Bonin, Fayol et Gombert (1997) ont tenté d'apporter des résultats en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique. Ils ont proposé deux expériences dans lesquelles ils ont présenté une tâche d'interférence image-

mot, au sein de laquelle une image cible était systématiquement accompagnée d'un distracteur. Ils ont également manipulé le temps de présentation du mot : soit le mot était présenté en même temps que l'image (SOA = 0 ms), soit le mot était présenté un peu après l'image (SOA = +150 ms). En dernier lieu, ils ont manipulé le lien entre le nom de l'image à dénommer et le mot le distracteur qui accompagnait sa présentation. Les auteurs ont utilisé pour cela trois lettres (la lettre « h », la lettre « t » et la lettre « c ») et le distracteur était soit orthographiquement lié à l'image cible (e.g. une image et un mot dont les noms commençaient par la lettre h qui, étant muette, permettait d'avoir un son différent comme dans hôpital et hérisson), soit phonologiquement lié à l'image cible (e.g. une image dont le nom commençait par la lettre « c » était accompagnée d'un mot commençant par la lettre « s », tous deux produisant le son /s/), soit orthographiquement et phonologiquement relié à l'image cible (e.g. la première lettre du mot, « t » dans « taupe » serait commun au distracteur et à l'image). Dans une première expérience, le distracteur était présenté visuellement (il était écrit au centre de l'image). Selon l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire, une facilitation phonologique devrait être observée dans la condition uniquement phonologique, mais aussi dans la condition orthographique et phonologique. L'analyse des latences aux SOA à 0 ms et à +150 ms n'a cependant révélé aucun effet de facilitation phonologique. Dans une seconde expérience, le distracteur était présenté auditivement afin de s'assurer que la phonologie était dérivée depuis l'input. Une série d'images, accompagnées à chaque fois d'un son, était présentée et le lien existant entre l'image et le son était manipulé. Trois phonèmes ont été utilisés (*cf.* le phonème /b/, le phonème /t/ et le phonème /k/ avec la lettre c) dans deux conditions expérimentales : reliée (les sons /b/, /t/ et /k/ accompagnaient les images dont le nom commençait par un son identique), et non reliée (les sons /b/, /t/ et /k/ accompagnaient les images dont le nom ne commençait pas par ce son). La comparaison des temps de réaction entre la condition phonologique et la condition non reliée n'a révélé aucun effet de facilitation phonologique à l'écrit. Cette seconde expérience apporte des arguments supplémentaires à l'encontre de la médiation phonologique. Il reste néanmoins important de noter que, si les données présentées dans les études de Bonin et Fayol (1996) et Bonin et al. (1997) s'opposent clairement à la médiation phonologique obligatoire, elles ne permettent toutefois pas encore d'argumenter en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique.

Les premiers résultats directement en faveur de cette hypothèse ont été apportés par Bonin, Fayol et Peereman (1998). Ils ont proposé aux participants une tâche de dénomination d'images avec un amorçage masqué (Figure 3) : un non-mot amorce non visible consciemment par le participant était présenté avant l'image. Le lien entre l'image à dénommer et le non-mot était

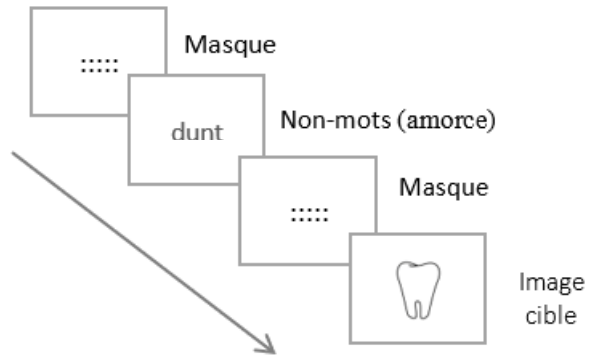


Figure 3: Illustration du paradigme utilisé par Bonin et al. (1998)

manipulé : soit le non-mot était homophone à la cible (e.g. l'image d'une « dent » était précédée de l'amorce « dant »), soit le non-mot était orthographiquement lié à la cible (e.g. l'image d'une « dent » était précédée de l'amorce « dunt »), soit le non-mot était non relié, ce qui constituait la condition contrôle (e.g. l'image d'une « dent » était précédée de l'amorce « dise »). Le pourcentage de recouvrement phonologique entre amorce et cible était de 100% pour les non-mots homophones, 60% pour les non-mots orthographiquement liés et 31% pour les non-mots contrôlés. Le pourcentage de recouvrement orthographique entre amorce et cible était de 76% pour les non-mots homophones et pour les non-mots orthographiquement liés et de 27% pour les non-mots contrôlés. Si le pourcentage de recouvrement orthographique est similaire entre les non-mots homophones et les non-mots orthographiquement liés, le pourcentage de recouvrement phonologique est plus important pour les non-mots homophones que pour les non-mots orthographiquement liés. Cette manipulation a permis d'associer toute différence observée à la différence de pourcentage de recouvrement phonologique. Dans une première expérience, chaque amorce était affichée pendant 34 ms et était placée entre deux masques comportant des symboles afin de réduire la visibilité de cette dernière (e.g. :.....), comme cela est illustré dans la Figure 3 ci-dessus. L'analyse des latences a révélé une facilitation dans les deux conditions reliées qui se traduisait par des latences plus courtes que dans la condition non-reliée. Aucune différence n'était en revanche observée entre la condition non-mots homophones et non-mots orthographiquement liés. Le recouvrement phonologique des non-mots homophones et des non-mots orthographiquement liés étant respectivement de 100% et de 60%, les auteurs concluent en avançant que l'effet de facilitation précédemment observé est donc principalement imputable à la similarité orthographique entre les amorces de la condition reliée et les images cibles. Ces premiers résultats sont en accord avec l'existence d'une voie

directe entre le système sémantique et le lexique orthographique. Ils sont également répliqués dans une deuxième expérience dans laquelle les auteurs avaient simplement changé la nature de l'amorce en utilisant une suite de kanjis (日 日 日 日 日 日 日¹¹) afin de réduire le plus possible la visibilité des amorces. Bien que les données rapportées par Ferrand, Grainger et Segui (1994) indiquent que 34 ms seraient suffisantes pour permettre à la phonologie d'être activée, Bonin et al. (1998) soulignaient que ce temps n'était peut-être pas suffisant pour accéder aux codes orthographiques et apporter ainsi un effet de facilitation supplémentaire. Ainsi, dans une troisième expérience, ils ont modifié la durée de l'amorce en la laissant affichée pendant 51 ms. De nouveau, l'analyse des latences a révélé une facilitation des non-mots homophones et des non-mots orthographiquement liés par rapport aux non-mots non reliés sans qu'il n'y ait de différence entre les deux conditions expérimentales. Dans le cadre de la médiation phonologique obligatoire, la présence d'un recouvrement phonologique plus important aurait dû apporter un effet de facilitation supplémentaire, ce qui n'a pas été le cas. De plus, la présence d'un effet de facilitation non modulé par le taux de recouvrement phonologique est un premier argument en faveur d'une autonomie orthographique.

Roux et Bonin (2012) ont complété ces résultats en utilisant le paradigme d'interférence image-image. Dans ce paradigme, les auteurs ont proposé à leurs participants de dénommer une série d'images superposées où l'une de ces images était affichée en vert (la cible) et l'autre en rouge (le contexte). Les participants ont eu à dénommer l'image cible tout en ignorant l'image contexte. Dans une première expérience, les auteurs ont manipulé les liens entre la cible et le contexte pour créer : une condition orthographique et phonologique (e.g. BOUGIE-banc ; PILE-pipe) et une condition non-reliée (e.g. BOUGIE-pipe ; PILE-banc). L'analyse des temps de réaction a indiqué un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition non reliée. Ce premier résultat permet de répliquer les résultats observés précédemment par Bonin et al. (1997) et Bonin et al. (1998). Néanmoins, il ne permettait pas de statuer sur le niveau de traitement responsable de l'effet observé (orthographique et/ou phonologique). Les auteurs ont alors proposé deux autres études dans lesquelles ils ont modifié le lien existant entre l'image cible et l'image contexte. Dans une deuxième expérience, ils ont manipulé les liens entre la cible

¹¹ Le kanji utilisé ici, 日, se lit « nichi » ou « hi » selon qu'il serve à désigner respectivement le jour ou bien le soleil. L'intérêt de ce kanji pour la présente étude est sa forme rectangulaire partiellement pleine qui offre un masque adapté à l'écriture occidentale.

et le contexte pour créer une condition orthographique (les deux images ne partageaient que le graphème initial ; e.g. CIGARE-camion) et une condition non reliée. Si l'effet de facilitation précédemment observé est phonologique, il devrait alors disparaître. Or, un effet de facilitation est observé avec la condition orthographique par rapport à la condition non reliée. Les résultats de cette deuxième expérience favorisent donc l'hypothèse selon laquelle les codes orthographiques peuvent être récupérés indépendamment des codes phonologiques. Il restait important de préciser que l'hypothèse de l'autonomie orthographique n'exclut pas un rôle pour la phonologie, notamment au travers de la voie phonologique sous-lexicale qui contribue à l'encodage de l'orthographe par la procédure de conversion phonème-graphème (Alario, Schiller, Domoto-Reilly & Caramazza, 2003 ; Miceli et al., 1999). Il est donc possible que l'effet de facilitation orthographique observé dans la seconde expérience ait pour origine la phonologie sous-lexicale. Si elle est à l'origine de l'effet observé, alors cet effet devrait être répliqué avec un lien uniquement phonologique. Aussi, dans une troisième expérience, les auteurs ont manipulé le lien entre la cible et le contexte pour créer une condition phonologique (les deux images ne partageaient que le phonème initial ; e.g. CEINTURE-singe) et une condition non reliée. L'analyse des latences n'a révélé aucun effet de facilitation, ce qui écarte toute explication impliquant une influence phonologique sous-lexicale.

Les résultats rapportés par Roux et Bonin (2012) sont les premiers à la fois en défaveur d'une médiation phonologique obligatoire, puisqu'aucun effet de facilitation n'était observé quand un lien uniquement phonologique existe entre les deux images, mais aussi en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique, puisque la présence d'un lien uniquement orthographique facilite la dénomination écrite. Néanmoins, il est important de souligner que l'ensemble des études présentées jusqu'ici ont été conduites en français. Comme dans les études menées en anglais par Damian et ses collègues (Damian et al., 2011 ; Zhang & Damian, 2010), le français étant une langue alphabétique, le son est directement porté par la lettre et inversement. Aussi, pour réaliser ces études, Bonin et ses collègues (Bonin & Fayol, 1996 ; Bonin et al., 1997 ; Bonin et al., 1998 ; Bonin, Peereman & Fayol, 2001 ; Roux & Bonin, 2012) ont souvent eu recours à des particularités de la langue française (e.g. la lettre h qui est muette en début de mot). Zhang et Wang (2015 ; 2016) ont alors proposé d'approcher la question en utilisant à nouveau le chinois Mandarin. Dans leur étude, le lien entre l'image cible et le mot distracteur était manipulé : les liens étaient soit orthographiques mais non phonologiques, le distracteur partageait le radical phonétique mais

pas la syllabe avec l'image cible (e.g. l'image d'un renard (狐 - hu2/) accompagnée du caractère désignant le bruit que fait un bébé quand il pleure (呱 - /gua1/)), soit phonologiques mais orthographiquement différents, le distracteur partageait la syllabe initiale mais pas le radical avec l'image cible (e.g. l'image d'un renard (狐 - /hu2/) accompagnée du mot « pot » (壶 - /hu2/)), soit orthographiques et phonologiques, le distracteur partageait le radical et la syllabe initiale avec l'image cible (e.g. l'image d'un renard (狐 - /hu2/) accompagnée du mot « arc » 弧 - /hu2/)), soit non reliés (il n'y avait aucun lien phonologique ou orthographique entre le distracteur et l'image cible). Le moment de présentation du distracteur était également manipulé en proposant trois temps différents : un SOA négatif à -100 ms où le distracteur apparaissait avant l'image cible, un SOA neutre à 0 ms où le distracteur apparaissait en même temps que la cible et un SOA positif à +100 ms où le distracteur apparaissait après la cible. L'analyse des temps de réaction révélait que les images présentées avec un distracteur uniquement orthographique et celles présentées avec un distracteur orthographique et phonologique allaient voir leur écriture s'initialiser plus rapidement que celles présentées avec un distracteur uniquement phonologique à tous les SOA (-100 ms ; 0 ms ; +100 ms). L'écriture des images présentées avec un distracteur uniquement phonologique ne présentait que très tardivement un effet de facilitation à un SOA de +100 ms. Dans une seconde expérience, les auteurs ont testé la robustesse de leurs résultats et ont obtenu exactement les mêmes effets de facilitation que dans l'Expérience 1 pour les distracteurs orthographiques et phonologiques et pour les distracteurs orthographiques à tous les SOA. En revanche, l'effet de facilitation phonologique disparaissait complètement. Pour expliquer cette disparition, les auteurs soulignaient qu'un nombre plus important d'images avait été utilisé dans cette seconde expérience et également que le pourcentage de distracteurs phonologiques était de 16,7% dans l'Expérience 1, contre 9,33% dans l'Expérience 2. L'effet de la phonologie serait donc plus vulnérable à ces deux éléments tandis que l'effet de l'orthographe serait plus stable. Concernant l'effet de facilitation observé dans la condition orthographique et phonologique, les résultats rapportés par Zhang et Wang (2015) semblent argumenter en faveur d'une origine orthographique. En effet, les deux conditions portant une information orthographique (orthographique et phonologique ; uniquement orthographique) ont apporté une facilitation dans la dénomination écrite de l'image sans pour autant présenter de différences significatives entre elles. Cela semble donc indiquer que l'effet de facilitation produit par ces deux conditions

est similaire, ce qui permet d'avancer que cet effet trouve son origine dans l'information commune portée par ceux deux conditions : l'information orthographique.

Les résultats présentés par Zhang et Wang (2015) sont particulièrement intéressants parce qu'ils s'opposent directement aux résultats que Zhang avait elle-même trouvés (Qu et al., 2011). Pourtant, puisque la même langue et le même paradigme ont été utilisés, les mêmes résultats pouvaient être attendus. Comment alors expliquer que les résultats de cette nouvelle étude soient en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique ? Zhang et Wang (2015) ont proposé plusieurs explications. Dans leur expérience, trois conditions étaient employées : une condition orthographique et phonologique, une condition phonologique et une condition orthographique. Dans l'expérience de Qu et al. (2011), le décours temporel de l'activation de l'orthographe était inféré à partir du décours temporel de la condition orthographique et phonologique et de la condition phonologique. Zhang et Wang (2015) soulignent que l'interprétation de leurs résultats est complètement modifiée selon la présence ou l'absence d'une condition orthographique dans leur expérience. Sans la condition orthographique, en raison de l'absence de différence significative entre les conditions orthographique et phonologique et uniquement phonologique de -100 ms à 0 ms, eux aussi auraient conclu en faveur de la médiation phonologique obligatoire. La première explication serait donc due au choix des conditions employées par Qu et al. (2011) et Zhang et Wang (2015). La seconde raison pouvant expliquer la différence des résultats observée provient de la volonté d'étudier les processus précoces impliqués en production écrite avec l'utilisation d'un SOA négatif de -100 ms. Qu et al. (2011) ont en effet utilisé trois SOA : un neutre (SOA = 0 ms) et deux positifs (SOA = +100 ms ; +200 ms). Avec l'utilisation d'un SOA négatif, Zhang et Wang (2015) montrent que, très précocement, la magnitude de l'effet conjoint de l'orthographe et de la phonologie (50 ms dans l'Expérience 1 et 34 dans l'Expérience 2) est significativement plus grande que l'effet de la phonologie (11 ms dans les Expériences 1 et 2). En revanche, cet effet n'est pas plus grand que l'effet de l'orthographe (41 ms dans l'Expérience 1 et 26 ms dans l'Expérience 2). Cette analyse conduit Zhang et Wang (2015) à conclure que l'effet orthographique et phonologique prend racine dans l'orthographe des mots présentés.

Zhang et Wang (2016) ont conduit une nouvelle étude en chinois Mandarin en proposant d'analyser les temps de réaction ainsi que l'analyse de l'électro-encéphalogramme (EEG). L'intérêt de cette technique est qu'elle permet d'établir des cartes temporelles indiquant, durant la latence d'écriture, le décours temporel des différents composants qui

sont activés. Cette technique permet donc, plus finement que le SOA, de savoir quand interviennent la phonologie et l'orthographe et également de déterminer si l'orthographe et la phonologie interagissent. Zhang et Wang (2016) ont ainsi proposé que l'effet orthographique intervienne plus tôt que l'effet phonologique et qu'il n'y ait aucune interaction entre les deux codes. Pour tester cette hypothèse, le paradigme ainsi que les liens existants entre images et distracteurs étaient identiques à ceux utilisés précédemment par Zhang et Wang (2015). Avant de détailler les résultats issus de l'analyse de l'EEG, il est important de noter que l'analyse des temps de réaction révélait des résultats similaires à ceux de Zhang et Wang (2015) dans leur première expérience. Les conditions orthographiques et phonologiques, uniquement phonologiques et uniquement orthographiques apportaient toutes trois un effet de facilitation par rapport à la condition non reliée. De plus, l'effet de la condition orthographique et phonologique était similaire à celui de la condition uniquement orthographique. En revanche, l'effet de la condition uniquement phonologique était moins important que celui des conditions orthographiques et phonologiques et uniquement orthographiques. Concernant l'analyse de l'EEG, les auteurs se focalisaient sur deux fenêtres temporelles : de 370 ms à 460 ms et de 460 ms à 500 ms. Dans la première fenêtre temporelle, de 370 ms à 460 ms, les auteurs ont observé une modulation de l'amplitude de l'ERP significative avec la condition uniquement orthographique et avec la condition orthographique et phonologique. Ils n'ont néanmoins observé aucune variation de l'amplitude avec la condition uniquement phonologique. Dans la seconde fenêtre temporelle, de 460 ms à 500 ms, les auteurs ont observé que les trois conditions expérimentales apportent une variation significative de l'amplitude de l'ERP (en comparaison à la condition non reliée). L'absence d'un effet de la phonologie dans la première fenêtre temporelle et sa présence dans la seconde fenêtre temporelle suggèrent que la phonologie serait mobilisée tardivement (dès 460 ms). En revanche, l'orthographe serait mobilisée très précocement au cours de l'écriture (dès 370 ms). Ces nouveaux résultats sont donc également en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique.

L'ensemble des données issues de la neuropsychologie ainsi que les données issues de participants typiques convergent toutes en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique. Néanmoins, Rapp et al. (1997) indiquent que si les codes orthographiques sont autonomes, cela ne signifie pas pour autant que la phonologie ne peut pas jouer un rôle en production écrite. Dans la partie suivante, les travaux qui se sont intéressés à déterminer le rôle de la phonologie dans le cadre de l'autonomie orthographique sont présentés.

4.2.2. *Reste-t-il une place pour la phonologie en production écrite ? Les hypothèses lexicales et sous-lexicales*

Miceli et al. (1997) ont proposé deux influences possibles pour la phonologie en production écrite qu'ils nomment respectivement la version « forte » et la version « faible » de l'autonomie orthographique.

Comme indiqué dans ce chapitre (*cf.* partie 2.2), la version « forte » de l'hypothèse propose que l'orthographe d'un mot soit récupérée à la fois par une connexion directe entre le système sémantique et le lexique orthographique (*cf.* Figure 1, lien C), mais aussi par une connexion indirecte (*cf.* Figure 1, lien B) qui, partant du lexique phonologique, récupère les phonèmes correspondants et, par conversion phonie-graphie, permet l'activation des graphèmes correspondants. Si l'on parle de version « forte » de l'hypothèse, c'est tout simplement parce que l'influence de la phonologie est finalement très restreinte. À l'inverse, la version « faible » de l'hypothèse propose que l'orthographe d'un mot est récupérée à la fois par une connexion directe entre le système sémantique et le lexique orthographique (lien C), mais aussi par une connexion indirecte (lien A) qui, partant du lexique phonologique active la forme orthographique correspondante dans le lexique orthographique. La contrainte de la phonologie est ici plus forte puisqu'elle agit directement sur le lexique orthographique. La version « forte » de l'hypothèse, aussi appelée version sous-lexicale, agit donc par le biais du système de conversion phonie-graphie tandis que la version « faible » de l'hypothèse, aussi appelée version lexicale, agit par le biais d'une connexion entre le lexique phonologique et le lexique orthographique.

Les premières données présentées dans cette partie proviennent de patients cérébrolésés. Miceli et al. (1997) indiquent que dans la version « forte » de l'hypothèse, des réponses inconsistantes ne sont attendues en dénomination que dans le cas de patients présentant une forte altération du processus de conversion sous-lexicale, comme c'était le cas chez le patient WMA. De plus, bien que cela soit plus anecdotique, il est envisageable que l'écriture ne devienne possible qu'après l'écriture des premières lettres du mot ou, à l'inverse, que la prononciation ne devienne réalisable qu'après l'articulation des premières lettres d'un mot. À l'inverse, la version « forte » serait écartée si un patient présentant une lésion de la composante sémantique avec une conversion sous-lexicale préservée produisait des erreurs inconsistantes, et si un patient avec une lésion au niveau du système sémantique et de la conversion sous-lexicale était capable de produire uniquement des erreurs

consistantes en dénomination. Bien que le patient WMA présenté par Miceli et al. (1999) ne permet pas de trancher clairement en faveur de la version « forte » ou de la version « faible » de l'hypothèse, les auteurs soulignent que sa performance est consistante avec la version « forte » de l'hypothèse de l'autonomie orthographique.

Miceli et al. (1999) ont apporté de nouveaux éléments avec l'étude du patient ECA. Tout comme WMA (Miceli et al., 1997), ECA présentait une lésion de la composante sémantique et une altération du processus de conversion sous-lexicale phonèmes-graphèmes (tout en ayant le processus de conversion sous-lexical graphèmes-phonèmes préservé). Les auteurs ont proposé deux tâches à ECA : une tâche de dénomination orale suivie d'une tâche de dénomination écrite, et une tâche de dénomination écrite suivie d'une tâche de dénomination orale. Ils observent un nombre d'erreurs inconsistantes plus important entre la condition dénommer à l'oral puis à l'écrit (55/210, soit 26,2%) que dans la condition dénommer à l'écrit puis à l'oral (2/210, soit 1%). Chez le patient ECA, la disponibilité de la procédure de conversion graphème-phonème permet de diminuer l'inconsistance entre les deux modalités : il produisait en effet moins d'erreurs à l'oral lorsqu'il avait eu à écrire le mot au préalable. Ces résultats suggèrent à la fois que l'orthographe et la phonologie lexicale sont accédées séparément, mais également qu'elles interagissent via la conversion sous-lexicale (quand ce processus est disponible). Ils suggèrent également qu'une modalité peut être contrainte par une autre modalité lorsque celle-ci est activée au préalable (sous réserve que le processus de conversion sous-lexical approprié soit disponible). Les performances du patient ECA sont ainsi en faveur de la version « forte » de l'hypothèse.

Les deux patients WMA (Miceli et al., 1997) et ECA (Miceli et al., 1999) ont apporté des données en faveur de la version « forte » de l'hypothèse de l'autonomie de l'orthographe. Cependant, il reste important à ce stade de rester prudent avec les observations présentées. Il est possible d'expliquer la présence d'un tel lien par une adaptation post-lésionnelle (e.g. le patient WMA est examiné en 1994, soit quatre ans après son hémorragie intracérébrale). Avec la plasticité cérébrale, il est en effet possible que de nouveaux câblages se soient mis en place pour préserver l'activité de production du langage.

Bonin et al. (2001) ont été les premiers à approcher la question de la version « faible » et de la version « forte » de l'hypothèse de l'autonomie orthographique avec des participants

typiques. Ils ont pour cela manipulé la consistance¹² des mots. Ils font l'hypothèse que si la phonologie et l'orthographe interagissent par un lien lexical, alors la compétition pour la sélection orthographique des mots devrait intervenir quand deux formes orthographiques différentes existent pour un seul et même mot. Ils proposent ainsi à leurs participants de dénommer une série d'images, en manipulant la présence d'un homophone hétérographe pour chaque image. La moitié des images à dénommer possède ainsi un homophone hétérographe qui est plus fréquent (e.g. « cygne » présenté sous forme d'image avait pour homophone hétérographe « signe ») tandis que l'autre moitié sert de contrôle. Bonin et al., (2001) s'attendaient à des temps de réaction plus longs dans la condition avec homophones hétérographes par rapport à la condition contrôle, en raison de la compétition pour la sélection du mot qui interviendrait au niveau lexical. Toutefois, aucune différence n'a été observée entre les images contrôles et les images expérimentales. Dans une deuxième expérience, les auteurs manipulent l'inconsistance sur l'onset, la vocal et la coda, de sorte à étudier cette fois-ci l'hypothèse sous-lexicale. Bonin et al. (2011) ont ajouté une manipulation supplémentaire, la fréquence des mots à écrire. L'objectif de cette manipulation supplémentaire était de savoir quand la conversion phonie-graphie est mobilisée. Les auteurs soulignent qu'elle peut n'intervenir que dans l'écriture de mots peu fréquents. L'analyse des latences n'a révélé aucune différence entre la condition consistante et inconsistante. Ces deux premières études n'apportent ainsi aucun élément en faveur d'une version « forte » (sous-lexicale) ou « faible » (lexicale) de l'hypothèse.

Bonin et al. (2001) ont tout de même fait remarquer que, jusqu'ici, l'inconsistance est souvent portée par la fin du mot. Les auteurs suggèrent que les participants initieraient l'écriture dès que le premier graphème serait prêt à être écrit, sans attendre que l'inconsistance soit résolue. Celle-ci serait donc traitée au cours de l'écriture, ce qui expliquerait que les latences ne différaient pas entre les deux conditions. Dans une troisième expérience, ils ont manipulé le lieu de l'inconsistance qui se trouvait soit en début du mot (e.g. sur la voyelle initiale ou sur l'onset comme dans le mot œil), soit au milieu, soit en fin de mot (e.g. nœud ou clown). Les auteurs ont observé des latences plus longues lorsque l'inconsistance se trouvait en début de mot. Deux hypothèses ont été proposées pour

¹² La consistance est définie comme la possibilité pour un son d'être écrit d'une ou plusieurs façons. Lorsqu'un mot est dit consistant, alors les sons qui constituent le mot ne s'écrivent que d'une seule manière possible (e.g. livre, il existe une seule façon d'écrire le son /li/ et une façon d'écrire le son /vR/) tandis qu'un mot inconsistant peut avoir une partie où plusieurs écritures phonologiquement plausibles sont possibles. (e.g. cygne peut aussi être écrit cigne sans pour autant dénaturer sa prononciation /siN/).

expliquer ces résultats : soit la conversion sous-lexicale fonctionne de manière sérielle (de gauche à droite), soit l'écriture commence avant que l'encodage complet de la cible ne soit fait, ce qui permettrait à l'inconsistance d'être résolue durant l'écriture. Afin de départager ces deux explications, les auteurs ont conduit une nouvelle expérience en remplaçant la tâche de dénomination d'images par une tâche de copie sous dictée. Celle-ci a pour avantage d'impliquer moins fortement la sémantique contrairement à la dénomination d'images et, par conséquent, les auteurs ont supposé que l'influence de la conversion phonie-graphie sur la latence d'initialisation (qui était jusqu'ici confinée au début du mot) devrait avoir de meilleures chances de dégrader les latences, même lorsque l'inconsistance se trouve en milieu ou en fin de mot. Bonin et al. (2001) ont ainsi manipulé la fréquence des mots présentés (mots fréquents ou mots rares) et la consistance en fin de mot (consistant ou inconsistant). En copie sous dictée, les inconsistances situées en début, en milieu et en fin de mot influençaient la durée des latences, ce qui suggère que la conversion sous-lexicale fonctionne de manière séquentielle. Ce résultat a été répliqué par les auteurs en réutilisant un matériel dont les mots ont leur inconsistance située à la fin. Ces résultats rejoignent ainsi les différents résultats obtenus par Miceli et al. (1997), Miceli et al. (1999) en faveur d'une version « forte » de l'hypothèse de l'autonomie orthographique chez des typiques.

Afonso et Álvarez (2011) ont répliqué ces résultats en espagnol à l'aide du paradigme de l'amorçage implicite et de l'ajout d'un intrus (*odd man out*). Les auteurs ont proposé quatre ensembles de quatre mots : un ensemble hétérogène, où les mots ne partageaient pas leur première syllabe (e.g. banana, mujer, periodico, recuerdo¹³), un ensemble homogène constant qui partageait la première syllabe orthographique et phonologique (e.g. banana, balada, baraja, basura¹⁴), un ensemble homogène variable avec un intrus placé en fin qui ne partageait pas la première syllabe des trois premiers mots qui le précédaient (e.g. banana, balada, baraja, camisa¹⁵) et un ensemble homogène variable où l'intrus, placé en dernier, partageait la première syllabe phonologique, mais pas orthographique (e.g. banana, baraja, balada, vacuna¹⁶). Les auteurs s'attendaient à un effet de préparation créé par les trois premiers mots (e.g. banana, baraja, balada) qui se traduirait par des temps de réaction plus rapides dans la condition où le quatrième mot partage à la fois sa première syllabe phonologique et orthographique (e.g. basura) par rapport à la condition hétérogène.

¹³ Traduit par : Banane, femme, journal, souvenir.

¹⁴ Traduit par : Banane, balade, jeu de carte, ordure.

¹⁵ Traduit par : Banane, balade, jeu de carte, chemise.

¹⁶ Vacuna, qui signifie vaccin. En espagnol, la prononciation de « ba » et de « va » sont identiques.

Ils s'attendaient également à un effet de préparation dans les conditions homogènes. Dans la condition homogène, où les mots partageaient uniquement la première syllabe phonologique (e.g. *vacuna*), des temps de réaction plus courts que ceux de la condition hétérogène étaient attendus. Un tel résultat traduirait ainsi une activation de la phonologie en production écrite. En revanche, dans la condition homogène où l'intrus ne partageait pas la première syllabe, les auteurs s'attendaient à des résultats similaires à la condition hétérogène. Dans une première expérience, les auteurs ont observé un effet de préparation quand les segments sont partagés (condition homogène constante) par rapport à la condition où ils ne le sont pas (condition hétérogène). Cet effet disparaissait en revanche quand le segment orthographique ou phonologique n'était pas partagé (dans la condition homogène variable). Autrement dit, la condition homogène était la seule condition à apporter un effet de facilitation par rapport aux trois autres conditions. Dans une deuxième expérience, les auteurs ont modifié le matériel en augmentant le nombre d'ensembles de mots utilisés afin de voir si cela pouvait expliquer l'absence de facilitation observée pour la condition homogène variable dont l'intrus partageait la première syllabe orthographique. Les auteurs ont non seulement répliqué les résultats de l'expérience 1 mais ils ont également obtenu un effet de préparation dans la condition homogène avec intrus partageant la première syllabe (e.g. *vacuna*). Cet effet se traduisait par des temps de réaction plus courts dans cette condition que dans la condition homogène ne partageant pas la première syllabe (e.g. *camisa*). Dans une troisième et dernière étude, Afonso et Álvarez (2011) ont tenté de déterminer le niveau de traitement de l'effet de facilitation phonologique en ajoutant une tâche de suppression articulatoire. Si l'effet de préparation précédemment observé était similaire à celui de l'expérience 2, alors il serait d'origine lexicale. Si, à l'inverse, cet effet disparaissait, il serait alors d'origine sous-lexicale. Les auteurs ont observé que l'effet de préparation phonologique disparaissait, ce qui semble indiquer que l'influence de la phonologie dans l'écriture serait de nature sous-lexicale.

Les résultats présentés ci-dessus semblent ainsi tous en faveur d'une version « forte » de l'hypothèse de l'autonomie orthographique, indiquant ainsi un rôle mineur de la phonologie dans l'écriture par la voie sous-lexicale.

5. Syllabe phonologique ou orthographique ? Une illustration du débat entre médiation phonologique obligatoire et autonomie orthographique

La syllabe est, à l'origine, une unité du langage oral qui peut être définie comme articulatoire et phonologique (Meynadier, 2001). Dans cette définition, l'aspect articulatoire renvoie au versant physique de la syllabe et l'aspect phonologique à son versant psychologique. Elle se construit autour d'un noyau, représenté par une voyelle (e.g. a dans ma ou encore i dans pli), et qui peut posséder avant et/ou après le noyau une ou plusieurs consonnes (e.g. m dans ma ou encore pl dans pli) (Hall, 2006).

Bien que sa définition ne fasse pas l'objet d'un réel consensus entre les chercheurs (pour une revue de question, voir Meynadier, 2001), les rôles accordés à la syllabe sont plus clairs. Largement étudiée en psycholinguistique, la syllabe est tout d'abord une unité de perception et de segmentation de la parole (e.g. Sebastian-Gallés, Dupoux, Segui & Melher, 1992) et une unité de production de la parole (e.g. Cholin, Dell & Levelt, 2011 ; Ferrand & New, 2003). La question de la syllabe comme unité de traitement du langage écrit a également été posée et il semble qu'elle soit à la fois utilisée lors de la reconnaissance de mots écrits (e.g. Álvarez, Carreiras & Perea, 2004 ; Chetail & Content, 2013) et comme unité de traitement en production écrite (les recherches attestant de ce fait sont présentées dans les parties 5.1 et 5.2.).

L'existence d'une syllabe dans le traitement du langage écrit questionne toutefois la nature de cette syllabe. S'agit-il de la même unité que dans le langage oral (syllabe phonologique) ou bien d'une unité spécifique au langage écrit (syllabe orthographique) ? Comme l'indiquent Sausset, Lambert et Olive (2016), poser cette question revient directement à déterminer si la médiation phonologique est obligatoire ou optionnelle, d'où l'intérêt de s'intéresser à ces recherches dans le cadre de cette thèse pour illustrer la médiation phonologique obligatoire et l'autonomie orthographique.

5.1. La syllabe phonologique, une illustration de la médiation phonologique obligatoire

Lorsque la question d'une possible unité de traitement syllabique a initialement été posée en production écrite, la nature de la syllabe n'a pas immédiatement été interrogée. Ainsi, le découpage syllabique effectué dans l'ensemble des études rapportées ci-dessous est directement dérivé de celui qui aurait été réalisé à l'oral.

Pour mettre en évidence le rôle de la syllabe chez l'adulte, Kandel, Álvarez et Vallée (2006) ont demandé à des participants français de copier une série de mots en majuscules et ont manipulé la structure syllabique des mots présentés. Les mots possédaient soit une structure CCV¹⁷, soit une structure CCVC. Chaque mot ayant une structure CCV était appareillé avec un mot ayant une structure CCVC sur les quatre premières lettres (e.g. **tra.ceur** vs **trac.tus**). L'intérêt d'une telle manipulation est que seul l'emplacement de la frontière syllabique, matérialisé sur les exemples par un point, change. L'écriture en majuscules des participants a aussi permis d'analyser les intervalles interlettres (ILI), à savoir la durée de pause entre chaque lettre, et donc de comparer les durées de pause à la frontière syllabique du mot CCV (e.g. tra_ceur) avec son équivalent de la condition CCVC (e.g. tra_c.tus). L'hypothèse classiquement proposée est que si la syllabe est l'unité de préparation motrice choisie, alors le temps à la frontière syllabique devrait être plus long que les autres temps interlettres du mot. C'est effectivement ce qui a été observé par les auteurs. Des résultats similaires ont également été retrouvés en espagnol (Álvarez, Cottrell & Afonso, 2009). De plus, l'étude de participants bilingues français-espagnol (Kandel et al., 2006b) révèle que pour un « même mot¹⁸ », la durée des ILI varie en fonction de la localisation de la frontière syllabique. Ainsi, pour le mot « consigner », la durée ILI était plus longue entre la lettre i et la lettre g qui forme la frontière syllabique en français, tandis que cette durée était plus longue entre la lettre g et la lettre n en espagnol. La syllabe semble donc être, chez l'adulte, une unité de traitement à l'écrit, en français et en espagnol.

Analysée également au cours de l'apprentissage de l'écriture, la syllabe est aussi une unité de programmation motrice chez l'enfant. Kandel et Valdois (2006a) ont interrogé des enfants français de CP (6 ans et 8 mois en moyenne), CE1 (7 ans et 8 mois en moyenne), CE2 (8 ans et 10 mois en moyenne), CM1 (9 ans et 8 mois en moyenne) et CM2 (10 ans et 11 mois en moyenne). Les enfants avaient pour consigne de copier des mots bisyllabiques et des pseudo-mots tandis que les auteurs ont enregistré à la fois la dynamique de leur écriture et leurs mouvements oculaires avant et pendant l'écriture. L'analyse des mouvements oculaires révèle que chez les enfants de CP et de CE1, la consultation du modèle est souvent nécessaire au cours de l'écriture. De plus, l'emplacement de la fixation oculaire correspondait souvent à la frontière syllabique du mot, ce qui semble indiquer que

¹⁷ Dans les acronymes désignant les structures syllabiques, C renvoie à consonne et V à voyelle.

¹⁸ Les auteurs ont pour cela utilisé des mots cognates qui sont des mots dont l'orthographe n'est pas ou presque pas modifiée ; e.g. consi.gner vs consig.nar.

pour les enfants de CP et CE1 la syllabe serait une unité visuelle pertinente (résultat répliqué par Kandel & Valdois, 2006b). En revanche, dès le CE2, l'enfant semble capter le mot en un regard et cette « syllabe visuelle¹⁹ » ne serait plus utilisée. Concernant l'analyse de la dynamique de l'écriture, les auteures relèvent systématiquement un déclin de la durée d'écriture à partir de la première lettre de la seconde syllabe. Ceci suggère que la programmation de la seconde syllabe interviendrait avant son initialisation, peut-être même pendant l'exécution de la première syllabe. La syllabe serait ainsi l'unité sur laquelle s'appuient les enfants (quel que soit leur niveau) pour stocker l'information pour la programmation motrice de l'écriture. Les mots seraient ainsi stockés comme un ensemble graphosyllabique dans le module orthographique et ils seraient écrits par l'activation d'une unité motrice basée sur la syllabe. Kandel et Valdois (2006b) ont rapporté des résultats différents chez les enfants espagnols. Dès le CP (6 ans et 8 mois en moyenne), les enfants utiliseraient une unité visuelle globale, ce qui indique que la transparence de la langue influence le choix de la taille de l'unité visuelle. De plus, chez les enfants espagnols, aucune augmentation dans la durée du mouvement n'a été observée à la frontière syllabique pour la copie de mots bisyllabiques, ce qui semble indiquer que les syllabes sont programmées avant même le début de la copie. Soler et Kandel (2009) ont néanmoins rapporté que, pour des mots trisyllabiques, les enfants (âgés de 6 ans et 6 mois en moyenne) marquent une pause à la frontière syllabique entre la deuxième et la troisième syllabe. Les mots plus complexes conduisent ainsi les enfants espagnols à recourir à l'unité syllabique. Cette différence entre les enfants français et les enfants espagnols a été répliquée chez des enfants bilingues français-espagnol de CP (âgés de 6 ans et 7 mois en moyenne) et de CE1 (âgés de 7 ans et 8 mois en moyenne), ce qui indique que ces différences sont bien dues à la structure de la langue et non à des différences interindividuelles ou à des facteurs environnementaux (Kandel & Valdois, 2006b). En catalan, une étude longitudinale menée auprès d'enfants âgés de 5 ans et 7 mois en moyenne a également montré que la syllabe joue un rôle quatre mois après le début de la scolarisation des enfants en CP, pour des mots bisyllabiques. Pour les mots trisyllabiques, il faut en revanche attendre trois mois supplémentaires pour observer un effet similaire, ce qui semble traduire une appropriation de mots plus complexes (Vilageliu & Kandel, 2012). La comparaison d'enfants de CP français (âgés de 6 ans et 5 mois en moyenne) et catalans (âgés de 6 ans et 6 mois en moyenne) a également répliqué

¹⁹ La notion de syllabe visuelle désigne le découpage syllabique effectué par l'enfant pendant qu'il regarde le modèle.

les résultats observés en français, à savoir une anticipation dans la préparation de la syllabe avec une augmentation dans la durée du mouvement aux frontières syllabiques (Kandel & Soler, 2010). En revanche, en catalan, la première syllabe semble préparée avant le début de l'écriture et la seconde au cours de l'écriture. En effet, chez les enfants catalans aucune augmentation dans la durée du mouvement n'était relevée à la frontière syllabique.

Pris ensemble, comme l'indiquent Zhang et Wang (2014), ces résultats dénoteraient clairement l'influence de la phonologie en production écrite.

5.2. La syllabe orthographique, une illustration de l'autonomie des codes orthographiques

Les études précédentes révèlent l'importance de la syllabe en production écrite. Néanmoins, ces études n'ont jamais questionné la nature de cette unité syllabique, transférant directement la syllabe phonologique utilisée à l'oral en production écrite. Pourtant, dès 1990, Caramazza et Miceli, sur la base des observations réalisées sur le patient LB²⁰, ont déjà proposé l'idée d'une syllabe orthographique (graphosyllabe). Si cette absence de considération ne remet pas en cause l'existence de la syllabe en production écrite, puisque dans l'ensemble des expériences présentées précédemment le découpage syllabique ne change pas qu'il soit phonologique ou orthographique, elle ne permet pas non plus de statuer sur la nature de la syllabe. Pourtant, comme indiqué par de nombreuses recherches, les caractéristiques de la syllabe (e.g. la fréquence de la syllabe, le nombre de syllabes) ont également un impact sur la production écrite. Il est donc tout à fait possible que la nature phonologique ou orthographique de la syllabe ait également un impact sur la production écrite. Afonso et Álvarez (2011) en espagnol ont par exemple mis en évidence un effet de fréquence syllabique sur la copie de mots. Concrètement, les lettres appartenant à une même syllabe fréquente étaient plus rapidement associées qu'elles ne le sont dans une syllabe peu fréquente. Ces effets ont toutefois été modulés par Zhang et Wang (2014) qui ont montré qu'en chinois Mandarin le choix de la triple copie influençait l'apparition de cet effet. Lambert, Kandel, Fayol et Espéret (2008) ont également mis en évidence un effet du nombre

²⁰ L'analyse des erreurs produites par le patient LB (Caramazza et Miceli, 1990) révèle des erreurs de substitution (e.g. natuva au lieu de natura) et des échanges de lettres (e.g. mudolo au lieu de modulo) qui respectent à la fois la structure syllabique du mot (e.g. ici CVCVCV) ainsi que le statut consonne ou voyelle des lettres substituées (e.g. v au lieu de r) ou inversées (e.g. u et o dans modulo). Ces patterns d'erreurs semblent indiquer que, non seulement le statut des lettres dans le mot (voyelle ou consonnes) serait stocké, mais que la structure de la syllabe le serait également.

de syllabes sur les latences d'écriture chez des adultes français. Plus le nombre de syllabes est grand, plus les latences sont longues. Ce résultat a été répliqué par Sausset, Lambert et Olive (2013) et par Sausset, Lambert, Olive et Larocque (2014), mais uniquement avec une écriture script minuscule.

L'effet du nombre de syllabes est directement à rapprocher de la question de la syllabe orthographique. Si le découpage syllabique est pratiquement toujours identique qu'il soit fait sur la base phonologique ou orthographique, il existe néanmoins en français un certain nombre de situations où ces deux découpages sont différents (e.g. table a une syllabe phonologique – table – et deux syllabes orthographiques – ta.ble). Ainsi, il est possible d'envisager que la nature de la syllabe, phonologique ou orthographique, ne conduise pas aux mêmes prédictions sur le nombre de syllabes traitées pendant la latence et donc à terme sur la durée de la latence. Pour aborder cette question, quelques chercheurs ont proposé de manipuler une particularité de la langue française, la présence de lettres muettes. Lambert, Sausset et Rigalleau (2015) ont ainsi demandé, dans une première expérience, à des participants de copier trois fois chaque mot qui leur était présenté. Les mots étaient sélectionnés de sorte qu'ils soient bisyllabiques d'un point de vue phonologique, mais trisyllabiques d'un point de vue **orthographique** – condition avec e muet (e.g. cul.ture – **cul.tu.re**), bisyllabiques orthographiquement et phonologiquement (e.g. con.cert), ou trisyllabiques orthographiquement et phonologiquement (e.g. ma.ga.sin). Les auteurs ont tout d'abord observé des latences²¹ plus longues pour les mots trisyllabiques que pour les mots bisyllabiques. De plus, les mots bisyllabiques (orthographiquement et phonologiquement) étaient produits avec des latences plus courtes que les mots avec un e muet (phonologiquement bisyllabiques et orthographiquement trisyllabiques). À l'inverse, aucune différence n'était observée dans les latences entre les mots trisyllabiques (orthographiquement et phonologiquement trisyllabiques) et les mots avec un e muet (phonologiquement bisyllabiques et orthographiquement trisyllabiques). L'ensemble de ces résultats semblent indiquer que les mots avec un e muet sont traités comme des mots de trois syllabes et, par conséquent, qu'ils sont segmentés sur une unité syllabique orthographique. Les auteurs ont observé un résultat similaire dans une seconde expérience en manipulant la

²¹ Pour les deux études, la première latence est systématiquement plus longue que les deux suivantes et elle ne montre aucun effet. Aussi, lorsque les latences sont mentionnées par la suite, il s'agit uniquement de la deuxième latence (temps entre la fin de la copie du premier mot et le début de la copie du second mot) et de la troisième latence (temps entre la fin de la copie du deuxième mot et le début de la copie du troisième mot).

présence d'un e muet en milieu de mot. Lambert et Quémart (2015) ont répliqué ces résultats en observant à nouveau l'usage d'une syllabe orthographique dans la segmentation d'adjectifs. Une pause plus longue était observée à la frontière syllabique entre la lettre i et la lettre r dans « noi.re » par rapport à la même frontière dans « noi.r ». L'unité syllabique sur laquelle l'écriture repose serait donc orthographique.

La présence d'une syllabe orthographique a également été démontrée chez les enfants. Kandel, Héroult, Grosjacques, Lambert et Fayol (2009) ont pour cela demandé à des enfants de CE2, CM1 et de CM2 de copier des mots dans une écriture cursive. Les mots copiés étaient : soit phonologiquement monosyllabiques et **orthographiquement bisyllabiques** – avec e muet (e.g. barque – **bar.que**), soit phonologiquement et orthographiquement bisyllabiques – sans e muet (e.g. bal.con). La durée d'écriture de chaque trait²² et la fluence de ces traits étaient analysées (Figure 4). Pour cela, les mots étaient segmentés en lettres. L'analyse de la durée des traits a révélé une augmentation de cette durée due à la frontière syllabique pour les mots sans e muet mais aussi pour les mots avec un e muet et ceci, quel que soit le niveau scolaire de l'enfant. Concernant la fluence d'écriture, une augmentation de la durée du trait a été retrouvée à la frontière syllabique pour les deux types de mots. Les mots avec un e muet (phonologiquement monosyllabiques et orthographiquement bisyllabiques) ayant la même segmentation que les mots sans e muet (phonologiquement et orthographiquement bisyllabiques), cela suggère que les mots avec un e muet seraient traités comme des mots de deux syllabes. La segmentation des syllabes est donc orthographique dès le CE2 et le reste pendant l'automatisation de l'écriture en CM1 et en CM2. Ainsi, bien qu'il existe pour le moment très peu de recherches sur la question, les premiers résultats semblent tous indiquer l'existence d'une syllabe orthographique, ce qui refléterait la (relative) autonomie de la récupération des codes orthographiques par rapport à la phonologie.

²² Il s'agit d'un trait constitutif d'une lettre ce qui est délimité par la présence de ralentissements successifs dans l'écriture avant et après ce trait. Si l'on prend l'exemple de la lettre a, elle est constituée de quatre traits. Un premier trait est descendant pour commencer la boucle du a, puis le deuxième ascendant pour terminer de former la boucle du a, un troisième redescend pour former une pente qui termine de former la lettre et enfin une dernière courbe ascendante est tracée pour lier la lettre à la suivante.

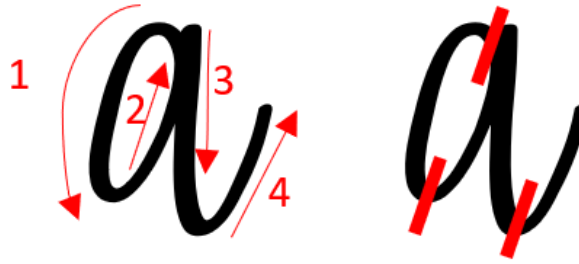


Figure 4 : Illustration du découpage en traits d'une lettre. Sur la lettre de gauche, les traits constitutifs de la lettre sont indiqués par des flèches rouges (numérotées de 1 à 4) et sur la lettre de droite les séparations entre les différents traits sont indiquées en rouge.

6. Conclusion

6.1. Synthèse et analyses des résultats obtenus

Aujourd'hui encore, aucun consensus ne semble possible entre les différentes recherches présentées en faveur de la médiation phonologique obligatoire et de l'autonomie orthographique. Il est néanmoins important de souligner que chaque étude, de par sa construction, peut avoir indirectement influencé les résultats obtenus. Pour étayer ces propos, les conséquences des différents choix méthodologiques, synthétisées dans le Tableau 4 ci-dessous, sont précisées puis discutées. Ces choix méthodologiques ont été regroupés dans les catégories suivantes : le paradigme employé, la langue dans laquelle les études ont été menées, les liens créés entre amorce et cible, les SOA employés et enfin la ou les mesures employées.

Tableau 4 : Résumé des différentes études menées dans le cadre de la médiation phonologique obligatoire et des différentes études menées dans le cadre de l'autonomie orthographique.

	Hypothèse supportée	Lexical ou sous-lexical	Paradigme	Emploi de SOA (VI)	Langue	Liens (VI)	Mesures (VD)
<i>Zhang et Damian (2010)</i>	Médiation Phonologique Obligatoire	/	Interférence image mot (<i>Picture word interference</i>)	Oui (0ms ; +100ms ; +200ms)	Anglais	OP O NR	TR
<i>Damian et al. (2011)</i>	Médiation Phonologique Obligatoire	/	<i>Long-term repetition priming</i>	Non	Anglais	Oral-oral (exp.1) Écrit-écrit (exp. 2) Oral-écrit (exp.3) Écrit-oral (exp.4)	TR
<i>Qu et al. (2011)</i>	Médiation Phonologique Obligatoire	/	Interférence image mot (<i>Picture word interference</i>)	Oui (0ms ; +100ms ; +200ms)	Chinois (mandarin)	OP P NR	TR
<i>Damian et Qu (2013)</i>	Médiation Phonologique Obligatoire	/	Adaptation Stroop	Oui (-300ms ; -150ms ; 0ms)	Chinois (mandarin)	Homophone même ton Homophone ton différent	TR
<i>Qu et al. (2015)</i>	Médiation Phonologique Obligatoire	/	Amorçage implicite	Oui (58ms ; 33ms)	Chinois (mandarin)	OP P NR	TR
<i>Wang et Zhang (2015)</i>	Médiation Phonologique Obligatoire	Lexical et sous-lexical	Écriture à partir d'image (<i>Picture naming</i>)	Non	Chinois (mandarin)	Fréquence des mots (fréquent vs rare) Régularité (régulier vs irrégulier) Densité des homophones (dense vs épars)	TR

Continue page suivante

	Hypothèse supportée	Lexical ou sous-lexical	Paradigme	Emploi de SOA (VT)	Langue	Liens (VT)	Mesures (VD)
<i>Bonin et Fayol (1996)</i>	Autonomie orthographique	/	Dénomination écrite à partir d'images, de mots présentés visuellement et auditivement	Non	Français	Image - écrit Image - oral Même modalité Cross-modalité	TR
<i>Bonin, Fayol et Gombert (1997)</i>	Autonomie orthographique	/	Interférence image mot (<i>Picture word interference</i>) Interférence visuelle (exp.1) et auditive (exp.2)	Oui (0ms ; +150ms)	Français	O OP P	TR
<i>Bonin, Fayol et Peereman (1998)</i>	Autonomie orthographique	/	Amorçage masqué	Oui (34ms ; 51ms)	Français	Non-mot homophone Non-mot orthographiquement lié Non relié	TR
<i>Bonin, Peereman et Fayol (2001)</i>	Autonomie orthographique	Sous-lexicale	Dénomination écrite d'image Ecriture sous dictée	Non	Français	Homophone (oui / non) Fréquence (fréquent vs rare) Consistance (oui / non)	TR
<i>Afonso et Alvarez (2011)</i>	Autonomie orthographique	Sous-lexicale	Amorçage implicite + <i>odd-man out</i>	Non	Espagnol	Hétérogène Homogène (OP) Homogène (P) Homogène variable	TR
<i>Roux et Bonin (2011)</i>	Autonomie orthographique	/	Paradigme d'interférence image-image	Non	Français	OP P O NR	TR
<i>Zhang et Wang (2015)</i>	Autonomie orthographique	/	Paradigme d'interférence image-mot	Oui (-100ms ; 0ms ; +100ms)	Chinois mandarin	OP P O NR	TR

Un premier choix méthodologique qui est analysé est celui de la langue. Il est intéressant de noter que les deux langues (*cf.* le français et l'anglais) souvent mentionnées en défaveur de l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire (dans sa forme sous-lexicale) sont celles qui ont été majoritairement utilisées par Damian et ses collègues (Damian et al., 2011 ; Zhang & Damian, 2010) et par Bonin et ses collègues (Bonin & Fayol, 1996 ; Bonin et al., 1997 ; Bonin et al., 1998 ; Bonin et al., 2001 ; Roux & Bonin, 2012) pour tenter de résoudre le conflit qui existe entre les deux hypothèses. Néanmoins, les langues alphabétiques comme l'anglais ou le français reposent sur des correspondances systématiques entre lettres et sons, ce qui rend plutôt difficile la dissociation entre phonologie et orthographe. Il est donc possible que cette caractéristique de ces deux langues ait influencé les résultats. Ce problème a récemment été contourné par quelques auteurs (Qu et al., 2015 ; Qu et al., 2011 ; Zhang & Wang, 2015, 2016) qui ont proposé d'utiliser une langue ne possédant pas cette contrainte, à savoir le chinois mandarin. L'intérêt expérimental de cette langue est qu'elle permet une dissociation entre la phonologie et l'orthographe comme cela a été précédemment exposé (voir la partie 1.1.2 dans ce chapitre). Pourtant Wang et al. (2012) émettent quelques réserves sur le fait que l'autonomie orthographique observée en chinois puisse être différente des langues occidentales. Tout d'abord, le chinois repose, à l'oral comme à l'écrit, sur la syllabe. N'en possédant que quatre cents (sans inclure les tons) contre par exemple près de douze mille en néerlandais, il est possible que cette différence de nombre ait un effet sur les différents processus impliqués dans l'écriture de ces différentes langues (Chen, Chen & Dell, 2002). Un modèle spécifique au chinois est d'ailleurs proposé par Qu et al. (2015) avec un niveau impliqué dans la récupération du caractère, du radical qui lui est attaché ainsi que des différents traits. Wang et al. (2012) indiquent ensuite que l'écriture d'un idéogramme chinois peut être moins dépendante de la parole. Le transfert de résultats des études issues de langues orientales, comme le chinois mandarin, semblent donc à faire avec prudence.

Le deuxième choix méthodologique qui est analysé est celui du choix des conditions utilisées par les auteurs, en nous focalisant sur les études utilisant les conditions OP, P, (O) et NR (Roux & Bonin, 2012 ; Qu et al., 2011 ; Qu et al., 2015 ; Zhang & Damian, 2010 ; Zhang & Wang, 2015, 2016). Ce choix semble en effet avoir dernièrement fait l'objet d'un consensus tacite entre les différents chercheurs pour étudier les hypothèses de la médiation phonologique obligatoire et de l'autonomie de l'orthographe. Cette dissociation semble en effet être la plus adaptée pour étudier, d'une part, l'effet de l'orthographe et, d'autre part,

l'effet de la phonologie. Pourtant, dans la majorité des études menées par Damian et ses collègues en chinois Mandarin (Qu et al., 2011 ; Qu et al., 2015), la condition orthographique est systématiquement oubliée²³. Les auteurs s'appuient donc sur la condition orthographique et phonologique et sur la condition phonologique pour déduire l'effet de l'orthographe. Si ce choix peut se comprendre notamment par la difficulté à créer en anglais une condition purement orthographique (bien que Zhang & Damian, 2010 en aient proposé une), il est difficile à expliquer dans les études menées en chinois Mandarin (Qu et al., 2015 ; Qu et al., 2011). Cet « oubli » est loin d'être anodin. Comme le soulignent Zhang et Wang (2015), l'interprétation de leurs résultats change complètement selon la présence ou l'absence d'une condition orthographique dans leurs expériences. Ainsi, sans la condition orthographique, les auteurs auraient conclu en faveur de l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire, tandis qu'avec cette condition ils ont conclu au contraire en faveur de l'autonomie de l'orthographe. Cela explique peut-être notamment les résultats obtenus par Qu et al. (2015) en réponse à l'étude de Bonin et al. (1998).

Le troisième choix méthodologique qui est analysé concerne les SOA (*Stimuli Onset Asynchrony*). Utilisé dans plus de la moitié des études, il est surprenant de noter que les temps choisis ne sont jamais justifiés empiriquement. Les SOA relevés vont ainsi de -300 ms à +200 ms, ce qui revient à estimer que l'influence de l'orthographe et/ou de la phonologie se fait plus ou moins dans cette fenêtre temporelle. Pourtant, comme l'indiquaient Zhang et Wang (2016) au travers d'une analyse ERP, la phonologie interviendrait plus tardivement (entre 460 ms et 500 ms). De plus, le choix de SOA négatifs et/ou positifs peut aussi influencer les résultats. Zhang et Wang (2015) ont montré qu'un SOA négatif, ce qu'ils ont été les seuls à faire (et en utilisant une condition uniquement orthographique et une condition uniquement phonologique), a permis de révéler une influence précoce de l'orthographe... ce qui n'était pas possible dans les études où seuls des SOA positifs étaient employés. Le choix des SOA devra donc faire l'objet d'une recherche plus rigoureuse et approfondie dans les recherches futures.

Le dernier choix méthodologique qui est analysé est celui de la mesure utilisée. À l'exception de Zhang et Wang (2016), l'ensemble des résultats présentés reposent exclusivement sur l'analyse des latences de production. Ce choix peut s'expliquer

²³ Qu et al. (2011) ont eux-mêmes mentionné l'intérêt du chinois en indiquant que « Parce que l'orthographe et la phonologie sont largement dissociées dans les scripts non-alphabétiques, comme le chinois, leurs effets correspondants peuvent être optimalement isolés l'un de l'autre dans de tels scripts » (page 1, notre traduction).

principalement par la simplicité de la collecte de cette donnée avec de nombreux logiciels d'expérimentation. Bien que l'importance de l'analyse de la latence de production ne soit pas remise en cause, il reste néanmoins regrettable de se focaliser sur cette seule mesure. En effet, suivant la conception de la circulation de l'information en cascade (pour une revue de question sur le sujet, voir Olive, 2014), chaque segment est traité des processus centraux (niveau sémantique, Figure 5) vers les niveaux périphériques (niveau post-lexical, Figure 5). La particularité de la circulation de l'information en cascade est qu'un traitement au niveau $n+1$ peut débuter alors même que le traitement au niveau n n'est pas terminé. Goldrick (2006) indique, par exemple, que le traitement à un niveau donné peut transmettre son activation à un autre niveau avant que la sélection n'ait eu lieu.

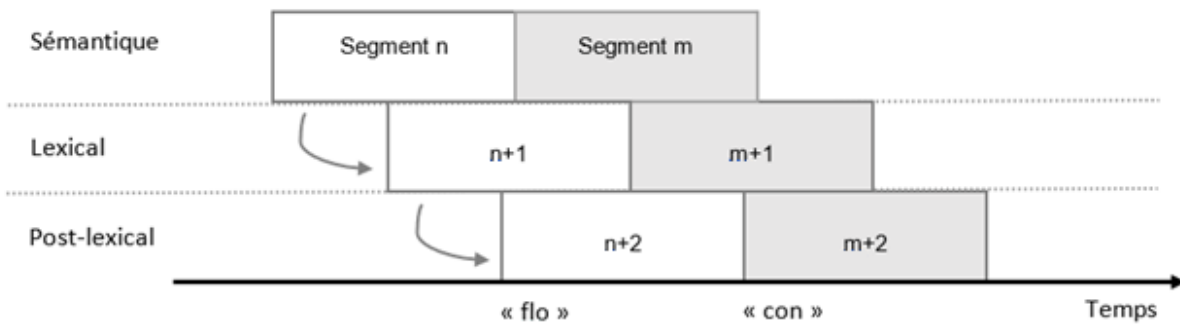


Figure 5 : Illustration de la circulation de l'information en cascade avec le mot "Flocon" (d'après Olive, 2014)

Si l'on prend l'exemple – très simplifié – du mot « flocon » (Figure 5), la sémantique du segment « flo » (segment n) est tout d'abord récupérée. Dès qu'une unité suffisante est transmise au niveau lexical ($n+1$), le traitement peut commencer à ce niveau alors même que le traitement au niveau sémantique est toujours en cours. De la même façon, le traitement au niveau post-lexical ($n+2$) peut commencer dès qu'une unité suffisante est transmise, alors même que l'information est toujours en cours de traitement au niveau lexical. De plus, la récupération sémantique du segment « con » (segment m) peut commencer alors même que le segment « flo » est toujours traité par un autre niveau (niveau lexical ou niveau post-lexical). Sur la Figure 5, la récupération sémantique du segment « con » débute ainsi simultanément au traitement lexical du segment « flo ». Dans cet exemple, il est intéressant de constater qu'alors que la production du mot a commencé, celui-ci est toujours en préparation. Ce qui signifie que l'influence de cette préparation pourrait être observée sur les temps de réaction tout comme sur une mesure effectuée pendant l'écriture (e.g. durée

d'écriture, ILI, etc.). C'est précisément ce que sont parvenus à mettre en évidence Delattre, Bonin et Barry (2006) en proposant l'écriture de mots réguliers et irréguliers à leurs participants. L'analyse des temps de réaction et des durées d'écriture révèle que si le traitement des mots réguliers est terminé avant le début de l'écriture, il se poursuit pendant l'écriture pour les mots irréguliers. Ces résultats sont d'ailleurs directement une réponse à une recherche menée par Bonin et al. (2001) qui ont observé que lorsqu'un mot a une inconsistance située en fin de mot, cela n'a pas d'impact sur le temps de réaction. Bonin et al. (2001) ont suggéré que l'inconsistance située en fin de mot était traitée alors que l'écriture avait déjà été initiée (les auteurs n'avaient néanmoins pas réalisé de mesure au cours de l'écriture pour confirmer cette hypothèse). Dans la même perspective, Sausset et al. (2012) ont montré que la circulation de l'information en cascade peut être modifiée selon le poids de la contrainte qui pèse sur la tâche. Ainsi, plus la contrainte graphomotrice est importante, plus le traitement de la syllabe est séquentiel.

Les recherches présentées jusqu'ici ont rapporté une circulation de l'information en cascade entre deux types de processus : centraux et périphériques. Les effets orthographiques / phonologiques présentés dans ce chapitre se situeraient au sein des processus centraux. Roux et Bonin (2012) ont étudié la présence d'une circulation de l'information en cascade à l'intérieur des processus centraux et plus précisément dans le système lexical. Pour cela, ils ont présenté deux images superposées en manipulant le lien orthographique et/ou phonologique existant entre les mots auxquels renvoyaient ces deux images. Une des deux images devait être dénommée à l'écrit tandis que l'autre devait être ignorée. L'analyse des latences a montré que lorsque l'image à ignorer partageait une information orthographique avec l'image à dénommer, les codes orthographiques de l'image à ignorer étaient activés au niveau du système sémantique et, par la circulation de l'information en cascade, venaient faciliter la dénomination du nom de l'image à dénommer. L'absence de données temporelles concernant la période d'écriture est dommageable, puisqu'il est possible d'envisager que l'influence de cette manipulation se répercute également sur la période d'écriture. L'ensemble des études présentées souligne ainsi l'importance de ne pas se focaliser uniquement sur les temps de réaction, avec le risque de ne pas parvenir à révéler la présence d'un effet comme c'était le cas pour Bonin et al. (2001) ou bien de n'étudier qu'une moitié des effets entraînés par la manipulation. Il semble donc très important d'ajouter une telle mesure, ce qui est proposé dans cette thèse.

6.2. Vers une version plus adaptable ?

Il est intéressant de noter que les recherches présentées jusqu'ici, que ce soit dans le cadre de la médiation phonologique obligatoire ou de l'autonomie orthographique, ont toutes cherchées à déterminer un chemin unique de récupération des codes. Cette volonté se retrouve à la fois dans l'opposition de ces deux hypothèses, mais également dans les deux voies – lexicale et sous-lexicale – qui ont été tout autant discutées. Pourtant, quelques travaux menés en production écrite chez l'adulte (Sausset et al., 2012, 2013) et chez l'enfant (Kandel & Perret, 2015 ; Roux, Mckeeff, Grosjacques, Afonso & Kandel, 2013) semblent indiquer que les processus impliqués en production écrite ne sont pas nécessairement figés dans leur déroulement et peuvent donc s'adapter. Sausset et al. (2013) ont montré, par exemple, que chez l'adulte, le traitement de la syllabe se fait avant et/ou pendant l'écriture en fonction des contraintes graphomotrices (e.g., écriture script vs écriture majuscule). Des résultats similaires ont été rapportés par Kandel et Perret (2015) chez l'enfant. La régularité du mot était traitée avant le début de l'écriture et pendant son exécution chez les enfants de huit et neuf ans tandis que, dès dix ans, la régularité était entièrement traitée avant l'écriture du mot. Le système semblait donc en mesure de s'adapter aux contraintes de l'environnement (e.g. écriture majuscule) chez l'adulte ou bien aux contraintes liées aux ressources disponibles, comme cela est par exemple le cas chez l'enfant au cours de son apprentissage.

Dans cette thèse, la question de la médiation phonologique obligatoire ou optionnelle est ainsi abordée chez l'adulte. Les travaux présentés dans le Chapitre 4 (*cf.* partie 2) visent tout d'abord à déterminer la nature de la médiation phonologique : systématique ou non systématique. Suivant les résultats de Sausset et al. (2012, 2013) selon lesquels les processus impliqués en production écrite peuvent adapter leur déroulement, il a été proposé que les codes phonologiques pourraient être mobilisés : lorsqu'ils sont utiles à la tâche – e.g. dans une tâche où les amorces sont présentées auditivement (Chapitre 4, partie 2) et également lorsqu'une facilitation leur est apportée – e.g. en apportant un préamorçage aux codes phonologiques (Chapitre 4, partie 3.1 et 3.2)

6.3. Et chez l'enfant ?

Chez l'enfant, l'influence du langage oral sur le langage écrit n'a jamais été, à notre connaissance, questionnée au travers des deux hypothèses (médiation phonologique obligatoire et autonomie orthographique) précédemment présentées. Pourtant, cette

approche permettrait d'apporter de nouveaux arguments pour l'une ou l'autre hypothèse comme l'indique Lambert (2017).

L'influence du langage oral a été directement étudiée dans l'acquisition de la lecture afin d'expliquer comment le lexique orthographique se construit (Share, 1995) et comment les enfants apprentis lecteurs deviennent des lecteurs aguerris (Grainger, Lété, Bertand, Dufau & Ziegler, 2012 ; Ziegler, Bertrand, Lété & Grainger, 2014). Les enfants, au cours de leur apprentissage de la lecture, sont en effet sans cesse confrontés à des mots inconnus. Pourtant, les enfants développent leur lexique orthographique à une vitesse étonnante, puisqu'en fin de 4^{ème}, près de 80000 mots sont connus et reconnus par des enfants anglais (Adams, 1990). Bien que plusieurs propositions aient été formulées pour expliquer cet apprentissage (e.g. instruction directe ; utilisation du contexte comme indice pour deviner l'identité du mot inconnu – pour une revue détaillée de ces hypothèses, voir Share, 1995 ; 1999), elles ont souvent été jugées insatisfaisantes (Calfee & Drulm, 1986 ; Gough, 1983 ; Nagy & Herman, 1987).

C'est avec les travaux de Share (1995) qu'une première explication satisfaisante est apportée : l'hypothèse d'auto-apprentissage. Selon cette hypothèse, c'est un mécanisme de recodage phonologique qui permettrait à chaque enfant d'acquérir progressivement les connaissances orthographiques nécessaires à l'identification correcte de nouveaux mots de plus en plus nombreux. Ce mécanisme de recodage phonologique reposerait directement sur les capacités de décodage rudimentaires²⁴ présentes dès le plus jeune âge chez l'enfant (Ehri & Wilce, 1985, 1987 ; Morris, 1992 ; Stuart & Coltheart, 1988). Cette hypothèse est considérée comme satisfaisante en raison de son caractère écologique, de sa capacité à rendre compte des différences individuelles observées entre les enfants et de son efficacité indépendamment du type de tâche réalisée. Elle est ainsi en mesure d'expliquer comment les enfants font face aux très nombreux mots inconnus et également d'expliquer l'enrichissement rapide de leur lexique orthographique (Sprenger-Charolles, Béchennec & Lacert, 1998). Ainsi, les enfants (Hogaboam & Perfetti, 1978 ; Manis, 1985 ; Reitsma, 1983a, 1983b), comme les adultes experts (Brooks, 1977) parviennent en quelques

²⁴ Ces capacités de décodage rudimentaires reposent sur trois éléments : la connaissance des correspondances entre lettres et sons, une conscience minimale des sons placés au début des mots (e.g. les consonnes les plus régulières) et la capacité à utiliser des informations contextuelles pour déterminer la prononciation exacte des mots sur la base d'un décodage incomplet ou inexact (Share, 2008).

expositions réussies²⁵ à identifier et apprendre l'orthographe d'un mot qui leur était jusqu'à présent inconnu (que l'on se place dans une langue transparente – Share, 1999, 2004 pour l'hébreu ; de Jong & Share, 2007 pour l'allemand – ou opaque – Cunningham, Perry, Stanovich, & Share, 2002 pour l'anglais américain). Elle est également en mesure de rendre compte des différences individuelles observées entre les enfants. Cunningham, Perry et Stanovich (2001) font remarquer que la vitesse et l'exactitude avec lesquelles l'enfant assimile les connaissances spécifiques à chaque mot varient. D'après Cunningham et ses collègues (Cunningham, 2006 ; Cunningham et al., 2002 ; Nation, Angell & Castles, 2007 ; Ouellette & Fraser, 2009), les enfants les plus performants sont ceux ayant de meilleures compétences en recodage phonologique. Enfin, les processus de recodage phonologique de l'hypothèse d'auto-apprentissage semblent pouvoir être mobilisés indépendamment des caractéristiques de l'activité réalisée (lecture à voix haute – Share, 1999 ; lecture silencieuse – Bowey & Muller, 2005 ; de Jong, Bitter, van Setten & Marinus, 2009 ; lecture de mots isolés / insérés dans un texte – Nation et al., 2007 ; Wang, Castles, Nickels & Nation, 2011).

Share (2008) a également proposé que la composante phonologique, qui interviendrait seule au début de l'apprentissage soit progressivement complétée par la composante orthographique. Cette proposition est implémentée tout d'abord dans la base de l'architecture des modèles à double voie proposés en lecture (*cf.* modèle DRC de Coltheart et al., 2001 – modèle PDP de Seidenberg & McClelland, 1989), où deux voies sont proposées : une voie lexicale, par laquelle un lien direct donne accès à l'orthographe sans l'intervention de la phonologie et une voie sous-lexicale, par laquelle un lien indirect donne accès à l'orthographe par l'intermédiaire de la phonologie (et plus précisément de la conversion graphème-phonème). Elle se retrouve également dans les travaux de Grainger et al. (2012) qui ont proposé que la lecture de mots chez les lecteurs débutants est principalement réalisée par un recodage phonologique et que, à mesure que les compétences en lecture se développent, le recodage phonologique est progressivement remplacé par un rôle croissant de l'accès direct à l'orthographe. Pour tester cette hypothèse, des enfants scolarisés du CP au CM2 (avec un groupe supplémentaire composé d'adultes) ont réalisé une tâche de décision lexicale. Afin de tester l'apparition des effets phonologiques ou

²⁵ Désigne le nombre de fois où l'enfant / l'adulte identifie correctement le mot inconnu. Le nombre d'expositions réussies nécessaire va cependant subir de légères variations en fonction de l'opacité de la langue : dans une langue opaque comme l'anglais, le nombre d'expositions nécessaires est ainsi quatre fois plus important que pour une langue transparente comme l'hébreu (Nation et al., 2007).

orthographiques, deux types de stimuli ont été créés : des pseudo-mots créés par transposition de lettres (considérée comme marqueur d'un effet orthographique), où deux lettres consonantes adjacentes sont inversées (e.g. mot de base : **table** ; pseudo-mot créé par transposition de lettre : **talbe**) et des pseudo-mots homophones (considérés comme le marqueur du recodage phonologique), où la prononciation était identique au mot de base mais où l'orthographe différait (e.g. mot de base : vent prononcé /v@/ ; pseudo-mot homophone créé : vant prononcé /v@/). L'analyse des tailles d'effets révèle une diminution progressive de l'influence de la phonologie à chaque changement scolaire, ce qui marque à la fois l'importance du recodage phonologique en début d'apprentissage (CP) et également le fait qu'avec l'avancée en âge, l'importance de ce processus décline. De plus, l'influence de l'orthographe change également au cours de la scolarité. L'influence de l'orthographe connaît ainsi une augmentation rapide entre le CP et le CE1, puis une certaine stabilité jusqu'en CM1 avant de décroître progressivement jusqu'à l'âge adulte. Ces premiers résultats supportent à la fois la proposition faite par Share (1995) concernant le recodage phonologique, mais également l'architecture en double voie (une voie directe et une voie sous médiation phonologique) partagée par un certain nombre de modèles en reconnaissance de mot (e.g. modèle PDP ; modèle DRC). Au travers d'une méthodologie similaire, Ziegler et al. (2014) ont apporté des résultats différents. L'analyse de taille de l'effet révèle à la fois un effet de la phonologie stable du CP au CM2 et un effet de l'orthographe qui augmente de façon constante du CP au CM2. Dans cette étude, l'effet de la phonologie ne décroît donc pas, à l'inverse de l'étude précédente (Grainger et al., 2012). Ziegler et al. (2014) ont expliqué ces différences de résultats par la transformation effectuée sur les données. À l'inverse de Grainger et al. (2012), Ziegler et al. (2014) ont souligné l'importance d'une transformation z des données en présence d'écart importants dans la vitesse des réponses entre les groupes avant de faire la moindre comparaison de taille de l'effet entre ces groupes. Sans cette transformation, une diminution de la taille de l'effet phonologique aurait de nouveau été observée. Ziegler et al. (2014) ont conclu que, puisque l'effet phonologique ne diminuait pas avec l'avancée en âge, cela signifiait que tous les enfants se reposaient sur la phonologie. Néanmoins, Ziegler et al. (2014) ont proposé que cette voie devient plus efficiente avec un traitement qui s'effectue davantage en parallèle chez les enfants plus âgés. Une analyse ERP (Eddy, Grainger, Holcomb & Gabrieli, 2016) a appuyé cette interprétation avec la découverte d'un effet précoce sur la N250 des stimuli orthographiques.

Ces travaux menés dans l'apprentissage de la lecture chez l'enfant nous rapprochent ainsi, avec leurs interrogations, des recherches menées chez l'adulte concernant le rôle de la phonologie et de l'orthographe en production écrite. Dans cette thèse, la question de la médiation phonologique obligatoire ou optionnelle est ainsi abordée chez l'enfant. Les travaux sont présentés dans le Chapitre 4 (*cf.* partie 3.3).

The title 'Chapitre 2' is rendered in a highly decorative, calligraphic black font. The word 'Chapitre' is written in a cursive style, with the 'C' being particularly large and ornate, featuring a bird perched on its top curve. The word '2' is also large and stylized. The text is embellished with delicate, dark floral sprigs and small butterflies, creating a whimsical and artistic appearance.

Chapitre 2

L'influence de l'écrit sur l'oral

1. Introduction

Le langage écrit a-t-il une influence sur le langage oral et, si tel est le cas, quelle est-elle ? Cette influence a été questionnée au travers de l'activation des codes orthographiques durant le traitement du langage effectué en perception et en production du langage oral. En perception du langage oral, l'influence de l'orthographe est généralement admise. Ce consensus se reflète à la fois dans les différents modèles ayant pour but d'expliquer la perception orale qui proposent très souvent un niveau orthographique (Frost & Ziegler, 2007 ; Stone & Van Orden, 1994 ; Van Orden & Goldinger, 1994), tout comme dans les différentes recherches expérimentales menées sur le sujet. En ce qui concerne l'influence de l'écrit sur la production du langage oral, la question est beaucoup plus récente et à l'heure actuelle la réponse est bien moins claire qu'en perception orale. D'un côté, la majorité des modèles proposés pour expliquer la production orale (Dell, Schwartz, Martin, Saffran & Gagnon, 1997 ; Humphreys, Riddoch & Quinlan, 1988 ; Levelt, Roelofs & Meyer, 1999) ne proposent aucun niveau orthographique, ce qui semble indiquer que tacitement leurs auteurs n'attribuent aucun rôle à l'orthographe. De l'autre, les recherches expérimentales menées sur le sujet ne permettent pas de trouver un consensus : tandis que certains auteurs cherchent à déterminer si les codes orthographiques sont systématiquement activés ou non, d'autres auteurs proposent une approche plus nuancée. Les codes orthographiques ne seraient, selon ces auteurs, activés que dans certaines tâches qui nécessitent l'activation de ces codes (e.g. la lecture à haute voix) ou en fonction de la difficulté de la tâche à réaliser (e.g. répéter un pseudo-mot).

Dans ce chapitre, l'activation des codes orthographiques est discutée au travers des deux champs mentionnés précédemment : perception du langage et production du langage. Les principaux modèles proposés sont, pour chaque champ d'étude, présentés et suivis des recherches qui ont été réalisées ensuite. L'influence des connaissances orthographiques est également présentée au travers des transformations qu'elles opèrent au sein du réseau de neurones impliqués dans le langage.

2. L'influence de l'orthographe en perception orale de mots isolés

La perception du langage oral est l'activité langagière la plus précocement développée par l'être humain. Bien que le langage ne soit pas encore compris, le nourrisson est y exposé avant même sa naissance au travers de la paroi intra-utérine (Moon, Lagercrantz & Kuhl, 2013). Cette activité ne nécessite donc pas la mobilisation de l'orthographe pour être accomplie. Pourtant l'apprentissage de la lecture et de l'écriture modifie la perception de l'oral.

2.1. Modélisation de la perception orale de mots isolés

Les premiers modèles proposés en reconnaissance de mots ont été développés sur la base de données obtenues en lecture (Forster, 1976 ; Morton, 1969) en partant du principe que ces modèles permettaient également d'expliquer le traitement du langage oral.

Cela explique, au moins en partie, que dans le modèle des logogens proposé par Morton (1969), illustré sur la Figure 6, un rôle est envisagé pour l'orthographe en perception orale. En effet, dans ce modèle, les logogens mobilisent de manière indifférenciée les informations sémantiques, visuelles ²⁶ (orthographiques) et acoustiques dans le traitement de stimuli visuels et de stimuli auditifs.

²⁶ Lorsque Morton (1969) mentionne l'information visuelle, celle-ci renvoie directement à la forme visuelle du mot et donc à son orthographe.

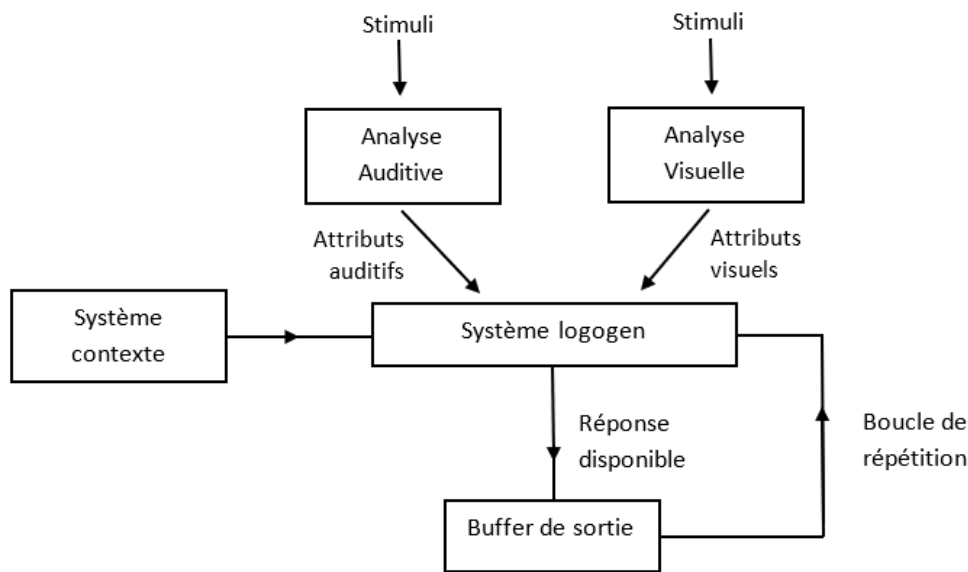


Figure 6 : Illustration du modèle Logogen proposée par Morton (1969)

Selon ce modèle, chaque mot est associé avec un lieu en mémoire²⁷. Un stimulus perçu auditivement (ou visuellement) active à partir de ses attributs auditifs (ou visuels) dans le système des logogens plusieurs informations concernant le mot telles que des informations sémantiques, visuelles et acoustiques. À partir de l'ensemble des informations activées, le logogen calcule simplement le nombre de membres de chaque ensemble (sémantique, visuel et acoustique) indépendamment de leur origine. Lorsque ce nombre dépasse une valeur seuil, la réponse correspondante est rendue disponible et est envoyée dans le buffer de sortie, d'où elle est soit produite, soit renvoyée au système logogen via la boucle de répétition. Puisque le système opère durant la lecture ou l'écoute d'un discours continu, la valeur numérique décline rapidement avec le temps. Cela évite que des mots avec une structure identique deviennent disponibles de manière incontrôlable. Quand un contexte est présent, le système contexte peut opérer de manière continue pour maintenir constante la valeur numérique des logogens affectés par le contexte. L'effet d'un stimulus peut ainsi rester transitoirement jusqu'à ce que l'information soit enregistrée sous une forme verbalisable (e.g. « c'est un mot de trois syllabes » ou « c'est un mot dont la lettre initiale est p »). Ainsi, bien que l'information orthographique ne soit pas directement mentionnée

²⁷ Le mot « logogen » trouve son origine dans le grec où « logos » signifie « mots » et « genus » signifie « naissance », ce qui signifierait la « naissance du mot ».

dans le modèle, le système logogen semble prendre en compte l'information orthographique (visuelle) disponible, quelle que soit la nature des stimuli à traiter.

Dans un modèle plus récent, Grainger et Ferrand (1994 ; 1996) ont proposé l'architecture du modèle de reconnaissance de mots à activation interactive – *Bimodal Interactive Activation*, BIA (Grainger & Ferrand, 1994 ; 1996) qui est schématisé sur la Figure 7. Dans BIA, le système logogen de Morton (1969) n'est plus présent, mais ses différents composants (sémantique, visuel et acoustique) se retrouvent au travers de différents niveaux de traitement proposés (Unité O, Unité P, Mot O, Mot P, Unité S). Ici, comme l'indiquent Frost et Ziegler (2007), un mot visuel active les codes orthographiques sous-lexicaux (Unité O). Cette activation précoce envoie à son tour une activation dans l'interface centrale entre orthographe et phonologique (P <-> O) qui permet aux représentations orthographiques sous-lexicales d'être rattachées aux représentations phonologiques sous-lexicales correspondantes. Cette activation des représentations phonologiques va ainsi pouvoir influencer la reconnaissance visuelle du mot via les unités lexicales ou via l'activation du mot phonologique.

Le modèle BIA prédit aussi – de par la symétrie existant dans sa structure entre les modalités visuelles et auditives – l'activation des codes orthographiques en reconnaissance auditive de mots. L'orthographe aurait un rôle de par son interaction avec les niveaux de traitement impliqués en perception visuelle. Bien que cette activation n'ait jamais pu être simulée au sein des différents modèles computationnels proposés – notamment parce qu'aucun d'eux ne propose une interface orthographique (pour une revue des différents modèles, voir Weber & Scharenborg, 2012) – de tels effets ont été observés dans les différentes recherches qui ont été menées.

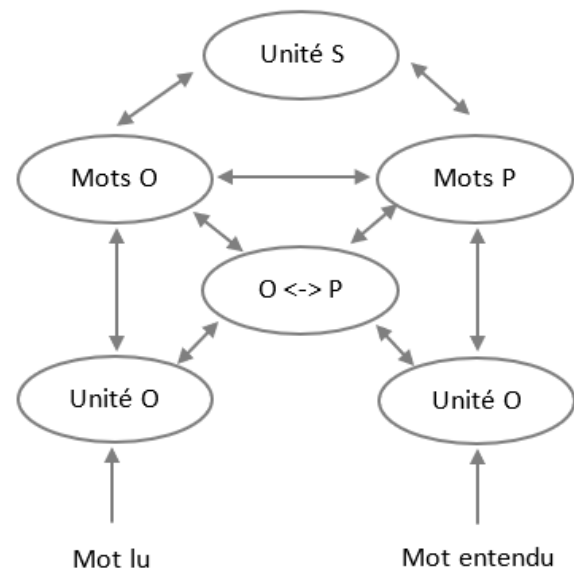


Figure 7 : Illustration du modèle BIA (Grainger & Ferrand, 1994 ; 1996) – d'après l'illustration proposée par Frost & Ziegler (2007). S renvoie à Sémantique ; O à renvoie à Orthographique et P renvoie à Phonologique

2.2. Les codes orthographiques sont-ils activés en perception du langage oral ?

Sur la base des différents modèles proposés en production orale, un ensemble de travaux a été conduit afin de mettre en évidence l'influence des codes orthographiques en perception orale. Seidenberg et Tanenhaus (1979), sur la base du modèle des logogens (Morton, 1969), ont été les premiers à étudier expérimentalement le rôle de l'orthographe en perception orale du langage. Pour cela, ils ont utilisé une tâche de jugement de rime où le lien entre le mot indice et le mot cible était manipulé de sorte qu'il soit : orthographiquement similaire (e.g. mot cible : roast – /rəʊst/ ; mot indice : toast – /təʊst/) ou orthographiquement dissimilaire (e.g. mot cible : roast – /rəʊst/ ; mot indice : ghost – /gəʊst/). L'objectif des participants était d'indiquer si la rime des mots indices et cibles était similaire ou non. Dans une première expérience, l'indice était présenté visuellement ou auditivement. Les auteurs ont fait l'hypothèse que l'information orthographique ne devrait être activée que lorsque les amorces étaient présentées visuellement. Cela devrait se traduire par des temps de réaction plus courts lorsque les mots indices partagent l'orthographe du mot cible. Une différence a été effectivement observée dans ce sens lorsque les indices étaient présentés visuellement, mais également, de manière plus inattendue, lorsque les indices étaient présentés auditivement. Ces résultats semblent indiquer que, bien que l'information orthographique ne soit pas nécessaire au traitement de mots auditifs, cette information est tout de même mobilisée. Cette conclusion est d'autant plus renforcée par l'absence de différence significative entre les temps de réaction issus des indices présentés visuellement et auditivement.

Cet effet orthographique a été observé par la suite dans des tâches de segmentation de syllabes (Morais, Content, Cary, Melher & Segui, 1989), de détection de phonèmes²⁸ (Dijkstra, Roelofs & Fieuws, 1995 ; Frauenfelder, Segui & Dijkstra, 1990 ; Hallé, Chereau & Segui, 2000), de détection de syllabes²⁹ (Taft & Hambly, 1985), de correspondance lettres-sons³⁰ (Frost & Katz, 1989 ; Frost, Repp & Katz, 1988), de *phoneme blending*³¹ (Ventura, Kolinsky, Brito-Mendes & Morais, 2001) et de *shadowing*³² (Slowiacek, Soltano, Wieting & Bishop, 2003).

²⁸ Le participant doit appuyer sur une touche en réponse à un phonème spécifique qui lui a été donné.

²⁹ Le participant doit appuyer sur une touche en réponse à une syllabe spécifique qui lui a été donnée.

³⁰ Des paires de mots sont présentées, un visuellement et l'autre auditivement, et le participant doit indiquer en appuyant sur une touche s'il s'agit du même mot.

³¹ Tâche où les phonèmes doivent être changés d'ordre.

³² Tâche où un mot entendu à l'oral par le participant doit être répété après sa présentation.

Goswami (2002) a néanmoins indiqué que l'ensemble des tâches métaphonologiques présentées auparavant (e.g. tâche de jugement de rimes, contrôle de phonème ou de syllabe, correspondance lettres-sons, etc.) pourraient être résolues par l'usage de stratégies orthographiques. Toutes les tâches effectuées reposent en effet directement sur l'utilisation explicite de connaissances orthographiques acquises au cours du développement de la conscience phonologique (*cf.* capacité à percevoir, manipuler, découper les unités sonores du langage telles que la syllabe, la rime ou le phonème). Les effets orthographiques observés pourraient ainsi simplement être dûs au fait que les tâches utilisées attiraient l'attention des participants sur la structure des mots, ce qui aurait entraîné l'usage de stratégies reposant directement sur les connaissances acquises lors du développement de la conscience phonologique. Il est donc possible que l'effet orthographique observé jusqu'ici intervienne non pas sur le traitement lexical, mais sur des traitements conscients plus tardifs (Muneaux & Ziegler, 2004).

Afin d'écarter ce (possible) biais stratégique, Ziegler et Ferrand (1998) ont proposé d'utiliser une tâche de décision lexicale avec des stimuli auditifs qui, contrairement aux tâches précédentes, ne font pas explicitement appel aux connaissances métaphonologiques des participants. En effet, dans les différentes tâches métaphonologiques utilisées précédemment, l'attention du participant était dirigée sur la structure orthographique des mots, ce qui pouvait directement entraîner l'usage de stratégies orthographiques intervenant dans les niveaux post-lexicaux. Dans la tâche de décision lexicale avec des stimuli auditifs, l'attention du participant n'était plus dirigée sur la structure orthographique du mot. Pour cela, un ensemble de mots et de pseudo-mots ont été sélectionnés dont la moitié était consistants et l'autre moitié ne l'était pas. Les mots consistants contenaient une rime phonologique qui ne pouvait s'écrire que d'une seule façon (e.g. /aZ/ dans « stage ») tandis que les mots inconsistants contenaient une rime phonologique qui pouvait s'écrire de plusieurs façons (e.g. /§/ dans « plomb »). L'analyse des temps de réaction a révélé un effet de la consistance orthographique, qui s'est traduit par des temps de réaction plus longs pour les mots inconsistants. Ziegler et Ferrand (1998) ont ainsi renforcé l'existence d'un effet orthographique en écartant tout biais stratégique. De plus, les mêmes résultats ayant été trouvés en anglais (Frost, Fowler, & Rueckl, 1998) et en chinois mandarin (Qu & Damian, 2016), une langue non alphabétique, cet effet n'est pas simplement induit par les particularités de la langue française. Ces résultats confirment non seulement la robustesse de l'effet orthographique dans la perception du langage oral, mais écartent aussi toute origine

post-lexicale. Par conséquent, si un effet orthographique était observé, il ne pouvait plus avoir pour origine une stratégie orthographique (ce qui écartait également toute origine post-lexicale).

Chéreau, Gakell et Dumay (2007) ont néanmoins noté que si l'amorçage visuel intramodal a largement été utilisé comme « épreuve de vérité » pour tester l'implication de la phonologie dans le traitement visuel de mots, cela n'a été que très peu réalisé pour tester la situation inverse (l'influence de l'information orthographique dans un amorçage auditif intramodal). L'implication de la phonologie en perception visuelle tout comme l'implication de l'orthographe en perception auditive sont pourtant toutes deux prédites par le modèle BIA (Grainger & Ferrand, 1994 ; 1996). Ce modèle proposant une symétrie dans son fonctionnement, l'amorçage (auditif) intramodal devait être en mesure de révéler un effet de l'orthographe en perception auditive tout comme l'amorçage visuel intramodal avait permis de révéler un effet de la phonologie en perception visuelle.

Chéreau et al. (2007) ont proposé à leurs participants une tâche de décision lexicale avec stimuli auditifs et des amorces auditives. Deux types de liens entre amorces et cibles étaient créés : soit toutes les lettres représentant la rime phonologique étaient partagées – condition orthographique (e.g. **shirt-dirt**), soit les lettres constituant la rime phonologique n'étaient pas partagées – condition non orthographique (e.g. **hurt-dirt**). Ces deux amorces avaient néanmoins toutes deux un lien phonologique similaire avec la cible (e.g. shirt : /ʃɜ:t/ - hurt : /hɜ:t/ - dirt : /dɜ:t/). Enfin, une dernière condition n'ayant aucun lien orthographique ou phonologique était ajoutée (e.g. moon-dirt : /mu:n-/dɜ:t/). Chéreau et al. (2007) ont observé un effet de facilitation phonologique (e.g., « dirt » était reconnu plus rapidement lorsqu'il était précédé de « shirt » ou de « hurt » que lorsqu'il était précédé d'un mot contrôle) mais également un effet du degré de recouvrement orthographique. Les participants ont reconnu le mot cible (e.g. dirt) plus rapidement lorsque l'amorce avait un recouvrement orthographique plus élevé (e.g. shirt). Cet effet de facilitation orthographique a été retrouvé même avec une pression temporelle imposée par les auteurs pour empêcher l'usage d'une stratégie par les participants. La mobilisation de l'information orthographique semble donc automatique.

Taft, Castles, Davis, Lazendic et Nguyen (2008) ont toutefois précisé qu'il était également possible que l'orthographe intervienne en décision lexicale uniquement afin de permettre la discrimination entre les stimuli mots et pseudo-mots. Taft et al. (2008) ont souligné que même si l'énonciation entendue correspondait à une entrée lexicale, cela ne

garantissait pas pour autant qu'il s'agissait d'un mot réel. En effet, l'énonciation traitée à ce moment-là pourrait ne pas être terminée et il pourrait y avoir davantage de signaux entrants. Cette incertitude sur la réponse à donner dans cette tâche pourrait amener le participant à générer le plus d'indices possible pour répondre, ce qui inclurait l'information orthographique. À nouveau, l'effet orthographique jusqu'ici observé pourrait donc refléter une autre stratégie orthographique. Afin de tester cette hypothèse, Taft et al. (2008) ont proposé de reprendre le paradigme de Chéreau et al. (2007) mais en utilisant uniquement des pseudo-mots comme amorces. L'intérêt d'un tel changement est que les participants ne peuvent pas avoir conscience des caractéristiques orthographiques des amorces, ce qui permet d'éviter l'utilisation de stratégies orthographiques conscientes. Trois types d'amorces étaient ainsi créées : pseudo-homographe où le pseudo-mot qui précédait la cible était phonologiquement similaire et pouvait s'écrire de la même façon³³ (e.g. mot cible : sword - /sɔ:d/ ; mot amorce : /swɔ:d/), non-homographe où le pseudo-mot qui précédait la cible était phonologiquement similaire mais ne pouvait pas s'écrire de la même façon (e.g. mot cible : loop - /lu:p/ ; mot amorce : /lavp/), et non reliée. Lorsque l'amorce avait la possibilité de s'écrire de la même façon que le mot cible (pseudo-homographe), les temps de réaction étaient plus courts pour ces mots cibles que pour ceux accompagnés d'amorces ne pouvant pas s'écrire de la même façon (non-homographe). Taft et al. (2008) ont interprété ces résultats comme la marque d'une activation automatique de l'orthographe en perception orale du langage.

L'orthographe serait donc non seulement activée lors de processus de traitement actif du langage (*cf.* par l'implication de processus attentionnels dans des tâches de détection) ou de haut niveau (*cf.* par l'implication de processus attentionnels dans des tâches de traitements lexico-sémantiques – dans la tâche de décision lexicale), mais aussi lors de traitements peu profonds où l'attention des participants n'est pas dirigée sur le traitement du langage. Pour mettre ce fait en évidence, Pattamadilok, Morais, Colin et Kolinsky (2014) ont utilisé une composante particulière de l'EEG qu'est la négativité de discordance (*cf. mismatch negativity - MMN*) qui reflète les réponses automatiques du cerveau aux changements dans la stimulation auditive. Les participants avaient pour consigne de regarder un film muet pendant qu'ils entendaient dans un casque des mots français monosyllabiques auxquels ils

³³ Les amorces de la condition pseudo-homographe ne correspondaient pas à un mot anglais existant (e.g. le mot sword se prononce /sɔ:d/, le « w » n'est donc pas prononcé). L'amorce /swɔ:d/ a donc une prononciation divergente du mot sword puisque le w est prononcé. Pourtant, si ce pseudo-mots (/swɔ:d/) devait être écrit par un anglais, il serait écrit « sword », comme le mot qu'il amorce, d'où l'appellation pseudo-homographe.

ne devaient pas prêter attention. Un mot était ainsi répété dans le casque 257 fois et était remplacé dans 40 essais par un mot qui constituait les essais déviants. Ces essais déviants étaient soit : orthographiquement congruents (e.g. **tri** – essai incongruent : **cri**) ou orthographiquement incongruents (e.g. **tri** – essai incongruent : **prix**). Lors des essais déviants orthographiquement incongruents, Pattamadilok et al. (2014) ont observé que la négativité de discordance présentait un pic et une amplitude significativement plus larges, ce qui indiquait que l'orthographe du mot incongruent (**prix**) avait une influence sur les réponses automatiques du cerveau.

Une influence orthographique sur la perception du langage oral est également observée dès le début de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture chez l'enfant. L'effet de consistance orthographique, classiquement utilisé pour révéler l'influence de l'orthographe chez l'adulte (Ziegler & Ferrand, 1998), est également retrouvé chez l'enfant dès le CE1 en français (Pattamadilok, Morais, De Vyllder, Ventura & Kolinsky, 2009) et en portugais (Ventura, Morais & Kolinsky, 2007) dans des tâches prélexicales comme le *shadowing*³⁴ et des tâches lexicales comme la décision lexicale auditive. L'effet de consistance orthographique trouvé en *shadowing* reflète un traitement au niveau prélexical qui est absent chez les adultes français ou portugais (Pattamadilok, Morais, Ventura & Kolinsky, 2007 ; Ventura, Morais, Pattamadilok & Kolinsky, 2004). Cette absence de traitement prélexical a été expliquée par un déplacement du niveau de traitement où intervient l'effet de consistance orthographique des unités sous-lexicales aux unités lexicales. L'âge d'apparition de ce déplacement est fortement influencé par l'opacité du langage. Moins le code orthographique est transparent, plus cela va stimuler l'enfant à développer rapidement des connexions lexicales entre les représentations orthographiques et phonologiques. Ainsi, chez les enfants français la disparition de l'effet de consistance en *shadowing* est observée dès le CE2. Les enfants français de CE2 et de CM1 présentent ainsi ce changement deux à trois ans plus tôt que les enfants portugais. Ziegler et Muneaux (2007) ont observé également une influence de l'orthographe uniquement chez les lecteurs avancés, ce qui soutient les résultats observés précédemment. Enfin, un pattern similaire à celui observé chez les adultes est retrouvé chez l'enfant portugais dès la 6^{ème} (Ventura, Kolinsky, Pattamadilok & Morais, 2008).

³⁴ Dans une tâche de *Shadowing*, un mot est présenté auditivement et le participant doit répéter ce mot le plus rapidement possible.

L'effet orthographique en perception orale est ainsi largement admis chez l'adulte typique, l'adulte cérébrolésé (e.g. patient alexique de Miller & Swick, 2003) et chez l'enfant. Seul un débat subsiste sur le niveau de traitement où cet effet intervient : lexical ou sous-lexical. Si plusieurs études (e.g. Ventura, Morais, Pattamadilok & Kolinsky, 2004 ; Ziegler, Muneaux & Grainger, 2003) ont tenté de départager ces deux hypothèses, aucun consensus n'a pu être trouvé. Muneaux et Ziegler (2004) ont toutefois proposé de réconcilier ces deux hypothèses en proposant une influence résiduelle structurelle (et non plus une influence en temps réel comme cela était jusqu'ici proposé). Autrement dit, les représentations phonologiques connaîtraient une restructuration par la connaissance orthographique nouvellement acquise. Cette hypothèse est détaillée dans la partie 4.2 de ce chapitre.

Comme l'indiquent les travaux présentés ci-dessus, l'orthographe exerce une influence importante sur la perception du langage oral. Mais l'orthographe influence-t-elle également la production orale ?

3. Quelle influence pour l'orthographe en production orale de mots isolés ?

La production du langage oral démarre entre onze et quatorze mois après la naissance de l'enfant (Bates et al., 1995 ; Bates et al., 1994 ; Vihman & Miller, 1988). Tout comme en perception du langage oral, l'orthographe, qui n'est à ce moment-là pas encore disponible, n'est donc pas mobilisée. Partant de ce constat, il serait aisé de conclure que l'orthographe ne devrait pas influencer le traitement du langage, même lorsque celle-ci devient disponible. Pourtant, l'orthographe influence la perception orale alors même qu'un constat similaire peut être posé.

Il existe néanmoins un gouffre concernant le nombre de recherches publiées aujourd'hui en perception orale et en production orale sur l'influence de l'orthographe. Cette asymétrie se ressent non seulement dans la grande majorité des modèles proposés en production orale (pour une revue, voir Levelt, 1999) où un niveau orthographique n'est pas envisagé, mais aussi dans les quelques recherches qui se sont intéressées à cette question. Cela explique sans doute pourquoi, à l'inverse de la perception du langage oral où l'influence de l'orthographe est largement admise, un consensus peine à être trouvé en production orale.

3.1. Modélisation de la production de mots isolés à l'oral

Dans les différentes modélisations proposées pour expliquer la production orale (Dell, 1986, 1988, 1990 ; Dell & O'Seaghdha, 1991, 1992 ; Dell et al., 1997 ; Humphreys et al., 1988 ; Levelt et al., 1999), il existe de très nombreuses divergences concernant : le nombre de niveaux de traitement (e.g. Levelt et al. (1999) en proposaient sept contre seulement trois pour Dell et al. (1997)), les processus de sélection des représentations utilisées à chaque niveau (e.g. inhibition, compétition, etc.), ou encore la façon dont les traitements s'effectuent (e.g. conception discrète³⁵ pour Levelt et al. (1999) ; conception interactive³⁶ pour Dell et al. (1997) ; conception en cascade³⁷ pour Humphrey et al. (1988)). Caramazza (1997) indique finalement qu'il n'y a que deux points sur lesquels l'ensemble des chercheurs tombent d'accord : d'une part, les niveaux de représentation sémantiques, syntaxiques et lexicaux sont admis comme étant indépendants, et d'autre part l'accès à ces niveaux de représentation est probablement séquentiel.

Bonin et al. (1997) ont toutefois souligné un autre point commun à ces modèles proposés : aucun d'eux ne discute d'un rôle potentiel pour l'orthographe, ce qui semble indiquer que pour ces auteurs (Dell, 1986, 1988, 1990 ; Dell & O'Seaghdha, 1991, 1992 ; Dell et al., 1997 ; Humphreys et al., 1988 ; Levelt et al., 1999) les représentations orthographiques ne sont pas (ou très moindrement) activées en production orale.

L'absence d'un niveau orthographique indique que les données utilisées pour la formulation de ces différents modèles – précisées dans le Tableau 4 ci-dessous – ne nécessitaient pas l'intervention d'un niveau orthographique pour être modélisées (bien qu'il soit également possible d'envisager que les données utilisées jusqu'ici ne permettaient pas non plus de mettre en évidence un éventuel effet orthographique).

³⁵ Conception sérielle discrète : le niveau de traitement au niveau n+1 ne commence que lorsque le niveau de traitement au niveau n est terminé.

³⁶ Conception en cascade : le traitement peut débiter à un niveau n+1 avant la fin du traitement au niveau n, à partir du moment où le traitement effectué au niveau n est suffisant pour activer le niveau n+1.

³⁷ Conception interactive : c'est une conception en cascade qui inclut des rétroactions.

Tableau 4 : *Résumé des différents jeux de données utilisés pour chaque modèle*

Modèle proposé par...	À partir de données ...	Pour modéliser
Levelt et al. (1999)	En temps réel chez des sujets typiques (s'inspire également des erreurs de production)	Production orale
Dell et al. (1997)	Issues d'analyses d'erreurs chez des sujets typiques et des patients cérébrolésés	Production orale
Humphrey et al. (1988)	En dénomination d'images chez des sujets typiques et des patients cérébrolésés	Production orale d'images
Caramazza (1997)	En neuropsychologie cognitive (inclut aussi des données issues de sujets typiques)	Production orale et écrite
Bonin et al. (1997)	Se basent sur les visions proposées par les chercheurs qui étudient la production orale et les recherches en neuropsychologie étudiant la production écrite.	Production orale et écrite

Le modèle en Réseau Indépendant (IN) proposé par Caramazza (1997) se démarque néanmoins des autres modèles en proposant un niveau orthographique (lexème orthographique). La présence de ce niveau orthographique, qui s'avère particulièrement intéressante pour la présente thèse, vient avant tout de la volonté de modéliser à la fois la production orale et la production écrite. Ainsi, la proposition d'un niveau lexème orthographique est uniquement avancée pour expliquer la production écrite. Caramazza (1997) désignait d'ailleurs les lexèmes orthographiques et phonologiques comme des représentations lexicales d'une modalité de sortie spécifique, indiquant que chaque lexème contribuait respectivement à une sortie : écrite ou orale. De plus, seule une influence des lexèmes phonologiques sur les lexèmes orthographiques est discutée par Caramazza afin de questionner la médiation phonologique obligatoire en production écrite (pour une revue de question, voir le Chapitre 1). À aucun moment une influence des lexèmes orthographiques sur les lexèmes phonologiques n'est envisagée.

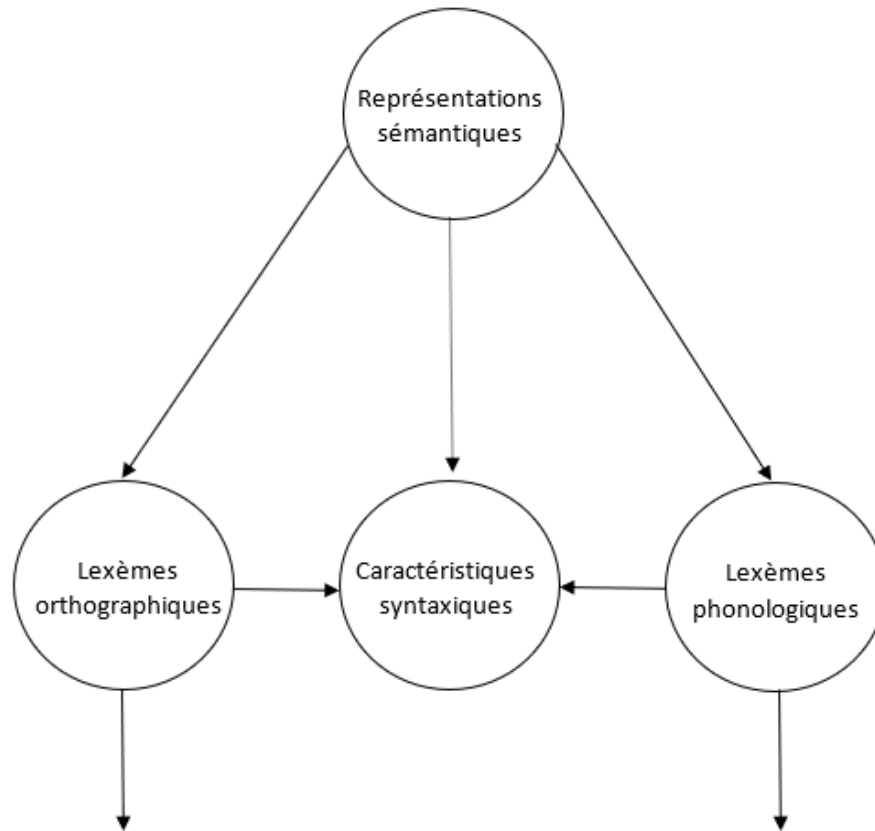


Figure 8 : Représentation schématique du Modèle IN d'après Caramazza (1997)

Dans le modèle Réseau Indépendant (Figure 8), les connaissances lexicales sont organisées sous forme de réseaux indépendants connectés entre eux par un nœud lexical spécifique à chaque modalité (orale ou écrite). La production d'un mot implique tout d'abord la sélection d'une représentation sémantique qui propage son activation aux réseaux syntaxiques³⁸ (flèche pointillée, Figure 8) et lexémiques orthographiques et phonologiques (flèches en trait plein, Figure 8). La transmission de l'activation du niveau sémantique vers les niveaux syntaxiques et lexémiques est simultanée et indépendante. Par la suite, les lexèmes phonologiques transmettent l'activation reçue pour permettre la production d'un mot à l'oral (les lexèmes orthographiques réalisant la même opération pour produire un mot à l'écrit).

³⁸ Dans le modèle en Réseau Indépendant, Caramazza (1997) fait l'hypothèse que l'activation reçue depuis le niveau sémantique vers le niveau syntaxique n'est pas suffisante pour récupérer les caractéristiques grammaticales du mot. La sélection des caractéristiques grammaticales est donc réalisée par les niveaux lexèmes.

Seuls Bonin et al. (1997) ont envisagé un rôle pour l'orthographe en production orale. Dans le modèle proposé par Bonin et al. (1997) illustré ci-dessous (Figure 9), la production d'un mot (orale comme écrite) débute par l'activation des concepts, qui permet d'activer des lemma³⁹. Deux hypothèses alternatives sont proposées : soit le lemma active les lexèmes orthographiques et phonologiques en production orale (comme en production écrite), soit il active uniquement les lexèmes phonologiques en production orale (et uniquement les lexèmes orthographiques en production écrite). Pour tester ces hypothèses, Bonin et al. (1997) ont proposé à leurs participants une tâche d'interférence image-mot, au sein de laquelle une image cible était à chaque fois accompagnée d'un distracteur. Ils ont manipulé : la nature de l'amorce (visuelle ou auditive), le SOA (0 ms ou +150 ms) et le lien existant entre l'image cible et le distracteur (uniquement orthographique, uniquement phonologique, orthographique et phonologique) – pour plus de détails sur la procédure, se reporter au Chapitre 1, partie 4.2.1. La tâche du participant était à chaque fois de nommer l'image cible tout en ignorant le mot distracteur. Si l'accès aux lexèmes orthographiques et phonologiques en production orale se fait en parallèle, alors une facilitation orthographique et phonologique était attendue à tous les SOAs. Si, à l'inverse, seule la phonologie est activée à l'oral, alors un effet de facilitation de la condition phonologique ainsi que de la condition orthographique et phonologique était attendu avec un SOA neutre (mais pas avec le SOA de +150 ms). En revanche, aucun effet de facilitation n'était attendu avec la condition uniquement orthographique.

L'analyse des temps de réaction a révélé des résultats inattendus. Lorsque le distracteur était présenté visuellement, aucun effet de facilitation phonologique n'était observé. Seul un effet de facilitation de la condition uniquement orthographique était observé. Cet effet reste néanmoins marginal dans le sens où seule l'analyse par participant était significative. Lorsque le distracteur était présenté auditivement, seul un effet de facilitation de la condition uniquement orthographique était observé avec un SOA neutre. Cet effet est également observé à un SOA de +150 ms, bien qu'il s'agisse là encore d'un effet marginal (seule l'analyse par participant était significative). Ces résultats n'ont pas permis aux auteurs de conclure en faveur ou en défaveur de l'une des hypothèses testées. Il faut néanmoins noter que cette expérience rapporte un effet (marginal) de l'orthographe.

³⁹ Le lemma est une « représentation mentale abstraite correspondant à une entité non phonologiquement spécifiée d'un mot. Le lemma donne des informations sur la syntaxe d'un mot comme sa catégorie grammaticale, son genre. » (Bonin, 2013).

Bien que Bonin et al. (1997) ont souligné la difficulté à interpréter cet effet, ils indiquaient que cela suggère que les codes orthographiques pourraient être activés à l'oral.

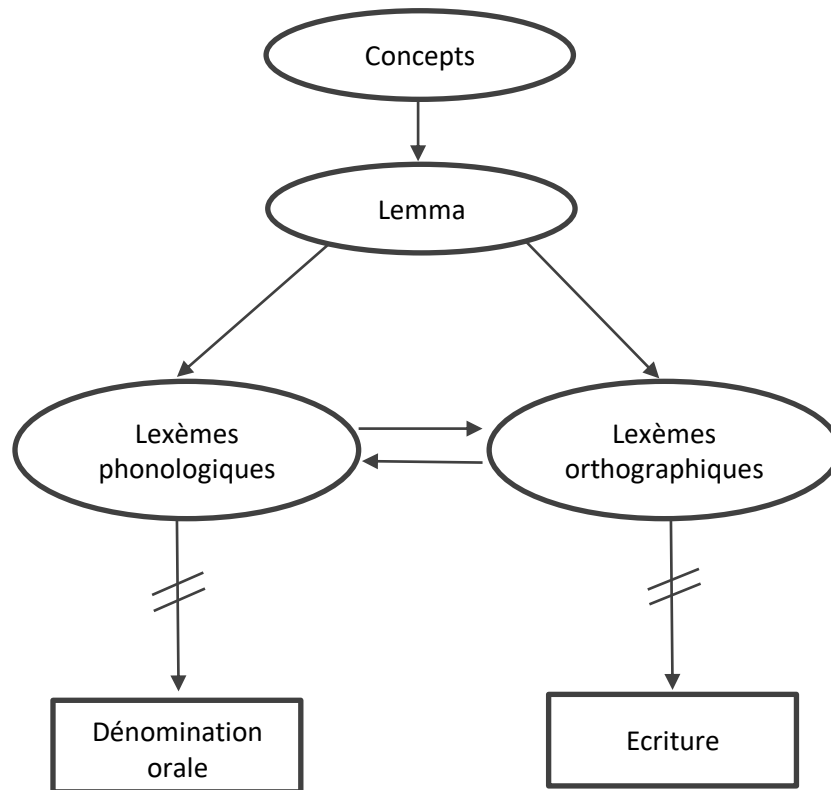


Figure 9 : Modèle d'accès lexical en dénomination orale et écrite d'image d'après la représentation proposée par Bonin et al. (1997)

3.2. Les codes orthographiques sont-ils activés en production du langage oral ?

Les premiers éléments de réponse à cette question peuvent être trouvés dans quelques recherches visant la compréhension d'autres effets / rôles (Lupker, 1982 a cherché à déterminer le rôle de l'information orthographique et phonologique dans le paradigme d'interférence images-mots ; Posnansky & Rayner, 1978 ont cherché à déterminer la contribution des traitements visuels et de recodage phonémique dans l'importance de la première lettre ; Rayner & Posnansky, 1978 ont cherché comment l'information sémantique était récupérée ; Tanenhaus, Flanigan & Seidenberg, 1980 ont cherché à déterminer l'activation des codes orthographiques en perception orale).

Le premier intérêt de ces recherches est qu'elles ont manipulé le lien orthographique et/ou phonologique entre les items présentés. Posnansky et Rayner (1978) ont, par exemple,

proposé à leurs participants une tâche d'interférence image-mot où le lien entre le nom de l'image et le mot était manipulé de sorte à créer : une condition visuelle, où la première lettre entre le nom de l'image et le mot était partagée (e.g. image : **G**IANt – /'dʒaɪənt/ ; distracteur : **g**amut - /'gæmət/) et une condition phonémique, où le premier phonème entre le nom de l'image et le mot était partagé (e.g. image : GIANt – /'dʒaɪənt/ ; distracteur : jewel – /'dʒu:əl/). Cette manipulation est, au final, en tout point similaire à celle qui a été utilisée pour aborder la question de l'influence des codes orthographiques en production orale (e.g. Damian & Bowers, 2003). Ces recherches permettent ainsi de comparer l'influence de la phonologie et de l'orthographe si l'on garde l'exemple de l'étude de Posnansky et Rayner (1978). Le second intérêt de ces recherches est que, dans toutes les études mentionnées dans le premier paragraphe, une tâche de dénomination orale est utilisée. Ainsi, les mesures temporelles rapportées correspondent toutes à des mesures portant sur la production orale de mots isolés.

3.2.1. *Recherches expérimentales en faveur d'une activation de l'orthographe en production orale*

Pour tenter de répondre à la question de l'influence des codes orthographiques en production orale, Damian et Bowers (2003) ont proposé d'utiliser le paradigme de *form-preparation* (Meyer, 1990). Dans ce paradigme, plusieurs ensembles de mots étaient proposés aux participants. Dans chaque ensemble, le premier mot servait de contexte et le second mot servait de cible. Dans un premier temps, le participant apprenait les ensembles de mots et, dans un second temps, il avait pour consigne de rappeler le second mot (cible) à partir de la présentation du premier mot (contexte). L'intérêt de ce paradigme est qu'il permet de manipuler le lien phonologique et/ou orthographique des segments initiaux (phonème et/ou graphème) entre le contexte et le mot cible. Damian et Bowers (2003) ont, pour leur expérience, créé trois conditions : une première condition dite homogène où les deux mots partageaient à la fois le graphème et le phonème initial (e.g. **c**amel, **c**offee), une deuxième condition dite inconsistante où les deux mots partageaient le phonème initial mais où le graphème initial différait (e.g. **k**ennel, **c**offee), et enfin une troisième condition dite hétérogène où les deux mots ne partageaient ni le phonème ni le graphème initial (e.g. **c**amel, **g**ypsy). L'analyse des temps de réaction a tout d'abord révélé que la condition homogène amorçait des réponses plus rapides par rapport à la condition hétérogène. À l'inverse, aucune différence significative n'était observée entre la condition inconsistante et la condition

hétérogène. Les auteurs ont ainsi proposé que dans la condition inconsistante, le mot contexte activait une orthographe incorrecte vis-à-vis du mot cible (e.g. kennel activait le « k » pour coffee). Cette activation provoquerait une interférence qui casserait l'effet de facilitation phonologique attendu. Ces résultats sont répliqués par les auteurs dans une étude où les paires de mots étaient présentées à l'oral, ce qui écartait la possibilité que l'orthographe des mots vue dans la première phase d'apprentissage soit à l'origine de l'effet observé. Il reste néanmoins important de souligner que jusqu'ici, la condition homogène incluait le partage de l'orthographe, mais également de la phonologie (*cf.* phonème initial). Aussi, dans une dernière étude, Damian et Bowers (2003) ont inclus une condition dans laquelle seul le segment orthographique initial était partagé (e.g. cobra, city, cycle⁴⁰). Dans ce cas précis, le bénéfice de l'orthographe disparaissait. Ces premiers résultats apportent des arguments en faveur du rôle de l'orthographe en production orale, tout en le nuancant puisque la phonologie et l'orthographe semblent devoir être présentées conjointement pour que l'orthographe soit activée en production orale.

De nombreuses études menées en chinois Mandarin (Weekes, Davies & Chen, 2002 ; Zhang, Chen, Weekes & Yang, 2009 ; Zhang & Weekes, 2009 ; Zhao, La Heiji & Schiller, 2012) sont néanmoins en contradiction avec cette conclusion de la nécessité de la présentation conjointe de l'orthographe et de la phonologie. Chacune de ces études a proposé une condition uniquement orthographique et a, à chaque fois, obtenu un effet de facilitation orthographique. L'effet de facilitation orthographique observé est donc distinct de l'effet de facilitation phonologique. Cet effet est également plus précoce. Pour mettre ce fait en évidence, Zhang et al. (2009) ont utilisé trois SOA (-150 ms ; 0 ms ; +150 ms). Zhang et al. (2009) ont indiqué que l'effet de facilitation orthographique était observé dès -150 ms (jusqu'à +150 ms) tandis que l'effet de facilitation phonologique n'était observé qu'à partir de 0 ms (jusqu'à +150 ms). L'effet de facilitation orthographique est également plus stable dans le temps que l'effet de facilitation phonologique (Zhang et al., 2009). Tandis que l'effet de facilitation orthographique reste approximativement le même d'un SOA à l'autre (60 ms à un SOA de -150 ms ; 53 ms à un SOA de 0 ms ; 44 ms à un SOA de +150), l'effet de facilitation phonologique décline très rapidement (43 ms à un SOA de 0 ms ; 24 ms à un SOA de +150 ms).

⁴⁰ Dans cet exemple, cobra se distingue de city et cycle par la prononciation du graphème « c » : /'kəʊbrə/, /'sɪtɪ/, /'saɪkəl/.

Ainsi, si le rôle de l'orthographe semble directement influencé par la nature alphabétique ou non alphabétique de la langue, l'ensemble des résultats présentés jusqu'ici font néanmoins consensus pour une activation de l'orthographe en production orale du langage. Toutefois, ces résultats et en particulier ceux présentés par Damian et Bowers (2003) ont été largement réinterprétés (Alario, Perre, Castel & Ziegler, 2007).

3.2.2. *Recherches expérimentales en défaveur d'une activation de l'orthographe en production orale*

Alario et al. (2007) ont en effet proposé de réexaminer les résultats obtenus par Damian et Bowers (2003). Ils souhaitaient savoir si l'effet orthographique précédemment observé pouvait être répliqué en supprimant la phase d'apprentissage des mots qui était utilisée dans le paradigme *form-preparation*. Une tâche de dénomination d'image avec amorçage a pour cela été proposée. Plusieurs ensembles d'images étaient ainsi proposés et trois conditions ont été créées : une condition homogène, où le nom de l'image partageait la première lettre et le premier phonème avec l'amorce (e.g. image cible : étoile ; amorce : église), une condition inconsistance, où le nom de l'image partageait le premier phonème mais pas la première lettre avec l'amorce (e.g. image cible : étoile ; amorce : aiguille) et une condition hétérogène, où le nom de l'image ne partageait ni la première lettre ni le premier phonème avec l'amorce (e.g. image cible : étoile ; amorce : oreille). Alario et al. (2007) posaient également l'hypothèse que si la présence d'inconsistances orthographiques est requise dans la langue pour que l'orthographe soit activée, alors ils devraient retrouver les mêmes résultats que Damian et al. (2003)⁴¹. L'analyse des temps de réaction a indiqué un effet de facilitation phonologique avec les ensembles homogènes et inconsistants, mais aucun effet de facilitation supplémentaire en faveur des ensembles homogènes qui portent en plus une information orthographique. Alario et al. (2007) ont néanmoins souligné que dans cette expérience, le recouvrement a été manipulé sur le phonème et que, en français, la syllabe est peut-être une unité phonologique plus importante que le phonème (à l'inverse de l'anglais). Les auteurs ont donc proposé une tâche identique mais où le recouvrement était manipulé au niveau de la syllabe (e.g. image cible : tonneau ; condition homogène : tomate ; condition inconsistante : taureau ; condition hétérogène : cuillère). De nouveau, seul un

⁴¹ Damian et Bowers (2003) et Alario et al. (2007) utilisaient respectivement l'anglais et le français qui sont des langues au moins aussi opaques l'une que l'autre (Ziegler, Jacobs, & Stone, 1996).

effet de facilitation phonologique était observé avec les conditions homogènes et inconsistantes (sans facilitation supplémentaire pour les ensembles homogènes). Alario et al. (2007) ont conclu que les effets observés par Damian et Bowers (2003) étaient sûrement la conséquence de la phase d'apprentissage utilisée dans le *form-preparation* paradigme. En effet, dans une tâche n'impliquant pas d'apprentissage préalable des mots à dénommer, aucun effet orthographique n'est observé.

Damian et Bowers (2009), en réponse à Alario et al. (2007) ont proposé une nouvelle étude utilisant le paradigme d'interférence image-mot, dans lequel une image est présentée accompagnée d'un mot. La tâche du participant était de nommer le nom de l'image tandis qu'il devait ignorer le mot. Dans cette étude, Damian et Bowers (2009) ont manipulé la nature du distracteur qui était soit visuel (expérience 1) – le mot était présenté au centre de l'image – soit auditif (expérience 2) – le mot était présenté à l'oral par le biais d'écouteurs. Le lien entre l'image cible et le distracteur était également manipulé de sorte qu'il soit : orthographiquement et phonologiquement similaire, c'est-à-dire partageant la même rime phonologique et orthographique (e.g. **TRAIN** /**trem**/– **brain** /**brem**/), ou bien phonologiquement similaire, c'est-à-dire partageant la même rime phonologique mais avec une orthographe différente (e.g. **TRAIN** /**trem**/– **cane** /**kem**/), ou non existant. Les auteurs ont également utilisé des SOA afin de déterminer le décours temporel de l'activation des codes orthographiques et phonologiques. Les SOA utilisés étaient négatifs (-200 ms ; -100 ms), neutres (0 ms), ou positifs (+100 ms ; +200 ms). Dans la première étude, les amorces étaient présentées visuellement. L'analyse des temps de réaction révélait tout d'abord que les distracteurs orthographiquement et phonologiquement reliés apportaient une facilitation de -100 ms à +200 ms. Cet effet était fortement modulé par la présence d'un lien orthographique puisque l'effet d'amorçage de la condition uniquement phonologique intervenait à la fois plus tard (à partir de 0 ms, jusqu'à +10 ms) et était moins important (à 0 ms, l'effet d'amorçage de la condition uniquement phonologique est deux fois moins important que celui observé pour la condition orthographique et phonologique). Dans une seconde étude, toujours afin de répondre à Alario et al. (2007), les amorces étaient présentées auditivement. Damian et Bowers (2009) indiquaient que si l'effet de facilitation orthographique observé dans l'Expérience 1 était retrouvé avec des amorces auditives, cela apporterait des arguments en faveur du fait que peu importe le type de stimuli utilisés, l'activation de l'orthographe était automatique à l'oral. Si, à l'inverse, l'effet de facilitation était principalement contraint par des facteurs phonologiques (mais non orthographiques),

cela indiquerait que l'activation de l'orthographe est plus subtile. L'analyse des temps de réaction a révélé un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique et de la condition uniquement phonologique sur les SOA allant de -100 ms à +100 ms. Néanmoins, la présence d'un lien orthographique n'a pas apporté de facilitation supplémentaire, ce qui semble indiquer que l'effet de facilitation observé est donc essentiellement phonologique.

Les recherches rapportées ci-dessus semblent en défaveur de l'activation de l'orthographe en production orale. Alario et al. (2007) ainsi que Damian et Bowers (2009) ont néanmoins suggéré que les effets précédemment obtenus étaient pour la plupart la conséquence directe du type de tâche choisie. C'est d'ailleurs l'hypothèse qui est proposée par Roelofs (2006) ainsi que Bi, Wei, Janssen et Han (2009) pour expliquer l'influence de l'orthographe en production orale : l'information orthographique ne serait ainsi activée que si elle est nécessaire.

3.2.3. L'information orthographique est-elle nécessaire ? Une autre façon d'envisager l'activation des codes orthographiques

Roelofs (2006) a proposé que l'information orthographique pourrait n'être mobilisée en production orale que lorsqu'elle est nécessaire pour la tâche à effectuer. Trois tâches différentes ont pour cela été utilisées : une tâche de lecture à voix haute, une tâche de dénomination orale à partir d'images et une tâche de génération de mots. Plusieurs ensembles de mots néerlandais étaient également proposés et trois conditions ont été créées : une condition hétérogène où les mots variaient sur le premier graphème et le premier phonème (e.g. contract, colbert, soldaat⁴²), une condition homogène où les mots partageaient le premier graphème et le premier phonème (e.g. kompas, kanon, konjin⁴³) et une condition inconsistante où tous les mots partageaient le phonème initial mais seuls deux mots sur les trois partageaient le premier graphème (e.g. kompas, colbert, cadeau⁴⁴). Pour chaque tâche, les temps de latence ont été analysés. Dans la tâche de lecture à voix haute, la condition homogène apporte un effet de facilitation supplémentaire par rapport aux conditions hétérogènes et inconsistantes, ce qui semble indiquer une activation de l'orthographe. Cet avantage orthographique n'est en revanche pas observé dans les tâches de dénomination

⁴² Contrat, Veste, Soldat.

⁴³ Compas, Canon, Lapin.

⁴⁴ Compas, Veste, Cadeau.

orale à partir d'images et de génération de mots. Roelofs (2006) conclut que l'information orthographique d'un mot ne contraint la production orale que lorsque cela est nécessaire pour la tâche, comme cela est le cas en lecture. Les résultats obtenus par Bi et al. (2009) en chinois Mandarin soutiennent l'interprétation proposée par Roelofs (2006). Sur les trois tâches utilisées par Bi et al. (2009), lecture à voix haute, association d'images et dénomination orale à partir d'images, un effet de facilitation orthographique n'est de nouveau observé qu'avec la tâche de lecture à voix haute. Les résultats rapportés par ces auteurs ont conduit à une nouvelle explication pour la présence (ou l'absence) de l'activation de l'orthographe en production orale. Cet effet serait très fortement dépendant de la tâche dans laquelle les participants sont impliqués et l'information orthographique ne serait utilisée que dans une tâche où elle est nécessaire comme en lecture à voix haute.

Pattamadilok, de Morais et Kolinsky (2011) ont également proposé que l'information orthographique pourrait être utilisée comme un atout pour pallier les difficultés rencontrées en production orale. Ils ont ainsi proposé à leurs participants une tâche de *shadowing* dans laquelle les mots étaient présentés à l'oral. La moitié des mots était présentée avec un bruit parasite ayant pour objectif de dégrader le signal (condition bruit) et l'autre moitié des mots était présentée sans bruit parasite (condition silencieuse). La nature des mots était également manipulée (mots vs pseudo-mots) ainsi que la fréquence des mots (mots fréquents vs mots peu fréquents) et la congruence des mots (mots congruents vs mots incongruents). L'analyse des temps de réaction a montré que lorsque la tâche de *shadowing* est effectuée dans la condition bruit, des temps plus longs sont observés pour les mots fréquents incongruents que dans la condition silencieuse. Pattamadilok et al. (2011) ont proposé que la difficulté de la tâche effectuée pourrait induire, sous certaines conditions, un changement dans les traitements de la production du langage. Cela expliquerait la présence d'un effet de consistance orthographique uniquement lorsque les mots sont parasités par du bruit. Dans cette situation, l'orthographe ajouterait une redondance qui aiderait en présence du bruit.

Une question se pose néanmoins : pourquoi seuls les mots fréquents ont-ils présenté cet effet de congruence ? Pattamadilok et al. (2011) avaient initialement proposé que les mots très fréquents et peu fréquents seraient affectés de manière similaire dans la condition bruit et que, par conséquent, les deux pourraient faire appel à l'information orthographique pour réaliser au mieux la tâche. Pourtant, seuls les mots fréquents semblent affectés par l'orthographe. Pour expliquer ce résultat, Pattamadilok et al. (2011) ont proposé que non seulement l'accès aux mots fréquents est plus rapide, mais aussi que les représentations

associées sont plus stables. Bien que rien dans la littérature ne permette d'appuyer directement cette hypothèse, celle-ci serait plausible si l'on considère que les mots très fréquents sont rencontrés plus souvent (visuellement et auditivement) et que leur orthographe est généralement acquise plus tôt au cours de l'acquisition de la lecture (e.g., Backman, Bruck, Hebert & Seidenberg, 1984 ; Gerhand & Barry, 1998 ; Sprenger-Charolles et al., 1998 ; Morrison & Ellis, 1995). Selon Pattamadilok et al. (2011), cela expliquerait pourquoi les mots peu fréquents ne peuvent pas s'appuyer sur la mobilisation de l'orthographe.

Saletta, Goffman et Brentari (2016) ont apporté des résultats similaires en démontrant que lors de la dénomination de pseudo-mots à voix haute, la présentation visuelle des items permettait une meilleure stabilité articulatoire. Pour cela, une série de pseudo-mots était présentée aux participants à l'oral et pour une partie d'entre eux, le mot était également présenté à l'écrit. L'analyse de la cinématique de la prononciation des pseudo-mots a révélé une prononciation plus stable dans le cas où les participants avaient accès à la lecture du mot en même temps que sa présentation auditive. Ainsi, la représentation phonologique formée pour ces nouveaux « mots » semblait fortement influencée dans ce dernier cas par l'orthographe présentée. Une nouvelle fois, la présence de l'orthographe semble apporter une facilitation supplémentaire dans l'exécution de la tâche. Cette interprétation est soutenue par les résultats rapportés par Reis et Castro-Caldas (1997). Dans leurs expériences, la répétition de pseudo-mots était particulièrement plus compliquée pour les participants illettrés que pour les participants lettrés (33% de non-mots correctement répétés par les illettrés contre 84% chez les lettrés). De plus, 26% des erreurs observées chez les illettrés consistaient en des transformations de pseudo-mots à répéter en mots ayant un sens.

La littératie affecte également la mémorisation de paires de mots, surtout lorsque ceux-ci sont phonologiquement reliés. Reis et Castro-Caldas (1997) ont souligné que pour réussir la répétition de non-mots, il est nécessaire d'avoir accès à un système d'analyse phonologique explicite et que c'est précisément cette composante qui ferait défaut aux illettrés. Autrement dit, cela laisse supposer que l'impossibilité des illettrés à se reposer sur les connaissances orthographiques (comme le font les lettrés) pour effectuer la tâche ne leur permet pas de réussir la tâche aussi bien.

L'effet orthographique serait donc non seulement dépendant de la tâche à effectuer, mais également de sa difficulté. Lorsque la tâche proposée aux participants devient trop complexe (Pattamadilok et al., 2011 ; Reis & Castro-Caldas, 1997), l'orthographe serait

mobilisée. L'orthographe pourrait ainsi devenir un atout pour permettre le maintien de bonnes performances en cas de situations particulières (e.g. répéter des mots en situation bruyante).

S'il est possible de réconcilier, au moins partiellement, les résultats contradictoires présentés dans les deux premières sections, il n'en demeure pas moins que, contrairement à la perception orale, la production orale reste peu documentée. Un biais de publication bien connu des chercheurs, l'effet tiroir, pourrait expliquer ce petit nombre de publications. Il est en effet fort possible que beaucoup de recherches n'ayant pas obtenu de résultats significatifs aient littéralement terminé « au fond du tiroir ».

4. Comment expliquer que les connaissances orthographiques influencent le traitement du langage oral ?

L'apprentissage de la lecture et de l'écriture semble changer la façon dont nous traitons le langage oral. La littérature issue des travaux neurologiques et neuropsychologiques permet de mieux comprendre pourquoi les connaissances orthographiques influencent le langage oral.

Firth (1998) propose que l'alphabet code un « virus » et que ce dernier infecte tous les niveaux de traitement du langage oral. Elle soulève également l'idée qu'après cet apprentissage, le langage ne sera plus jamais le même. Ces transformations évoquées par Firth (1998) sont à relier avec l'idée que la littératie a une signature anatomique qui lui est propre (Carreiras et al., 2009 ; Dehaene et al., 2010).

4.1. La signature anatomique du « virus » de la littératie sur le cerveau

L'apprentissage de la lecture et de l'écriture induit des changements anatomiques au cœur du cerveau (Carreiras et al., 2009 ; Dehaene et al., 2010). Ces changements influencent nos habiletés à répéter une série de pseudo-mots entendus ou encore notre capacité à mémoriser des mots phonologiquement similaires (Castro-Caldas, Petersson, Reis, Stone-Elander & Ingvar, 1998 ; Reis & Castro-Caldas, 1997).

Les difficultés qu'ont les illettrés à associer graphèmes et phonèmes interfèrent directement avec le développement du système sur lequel repose le langage. La réussite des lettrés repose en effet sur l'utilisation des connaissances orthographiques acquises au cours

de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Ces apprentissages provoquent également de très nombreux changements anatomiques. La comparaison de lettrés et d'illettrés dans une tâche de répétition de non-mots indique en effet une grande divergence dans les réseaux de neurones mobilisés pour réaliser la tâche (Castro-Caldas et al., 1998). Chez les illettrés, seules les régions frontales médianes droites et les régions frontopolar (BA 10) sont mobilisées. Le réseau de neurones utilisé est à la fois très général, puisque cette zone est impliquée dans le traitement stratégique lors de tâches de rappel ainsi que dans diverses fonctions exécutives, et très circonscrit puisque seule cette zone est activée. À l'inverse, chez les lettrés, un réseau plus vaste et plus spécialisé est mobilisé : l'insula antérieure bilatérale, les cortices operculaires frontaux droits, le cortex cingulaire antérieur periguénal gauche, les ganglia basaux gauches, le thalamus/hypothalamus antérieur et la ligne médiane du cervelet. Comme détaillé dans l'Annexe 1, certaines de ces zones sont directement impliquées dans des fonctions liées au langage : l'insula est impliquée dans la mémoire verbale, le traitement phonologique ou encore la planification du mouvement articulaire, BA 49 est impliquée dans la mémoire déclarative, etc.

Cette différence dans le choix du réseau s'explique assez simplement par le fait que le réseau mobilisé par les lettrés n'a pas été développé chez les illettrés pour traiter le langage. Castro-Caldas et al. (1998) ont expliqué cette différence en s'appuyant sur le modèle IN proposé par Caramazza (1997). Dans ce modèle (présenté dans la partie 3.1 de ce chapitre), deux voies de traitement phonologiques sont possibles : une en lien avec l'oral et l'autre en lien avec l'écrit. La voie de traitement en lien avec le langage écrit permet d'avoir conscience de certains aspects concernant les composantes phonologiques et cette voie est pleinement développée chez les lettrés. La non-connaissance de ces aspects explique non seulement l'échec des illettrés dans la répétition de pseudo-mots, mais aussi le fait que les lettrés montrent des performances similaires aux illettrés quand ils échouent à corriger leur production.

Les changements anatomiques observés pourraient néanmoins être la conséquence de la maturation du cerveau et non de l'apprentissage de la littératie. Pour séparer ces deux hypothèses, Carreiras et al. (2009) ont recruté des adultes ayant appris à lire et à écrire en étant adultes ainsi que des adultes illettrés. La maturation du cerveau qui intervient pendant l'enfance étant terminée, si des différences sont observées dans la structure cérébrale des adultes lettrés (en comparaison à la structure cérébrale des adultes illettrés), cela indiquerait qu'il y a bien une signature anatomique pour la littératie. Carreiras et al. (2009) ont tout

d'abord observé que la matière grise était plus importante chez les lettrés que chez les illettrés dans cinq régions postérieures du cerveau qui sont en général activées en lecture : les aires occipitales dorso-bilatérales associées avec le traitement visuel de haut niveau, les aires temporales supérieures et supramarginales gauches qui sont associées avec le traitement de la phonologie, le gyrus angulaire et les régions temporales médiane-postérieures associées aux traitements sémantiques. De plus, la matière blanche est également plus importante dans le splénium du corps calleux (région qui est fréquemment lésée chez les patients alexiques incapables de lire malgré de bonnes fonctions langagières). Les connexions interhémisphériques sont également plus développées chez les lettrés entre les gyri dorso-occipitaux et angulaires (gauches et droits). L'ensemble de ces changements dans la structure cérébrale ayant été observé chez des personnes ayant appris à lire une fois adultes, l'hypothèse de la maturation du cerveau ne tient pas. Ainsi, la littératie a une signature qui lui est propre à l'intérieur même du cerveau.

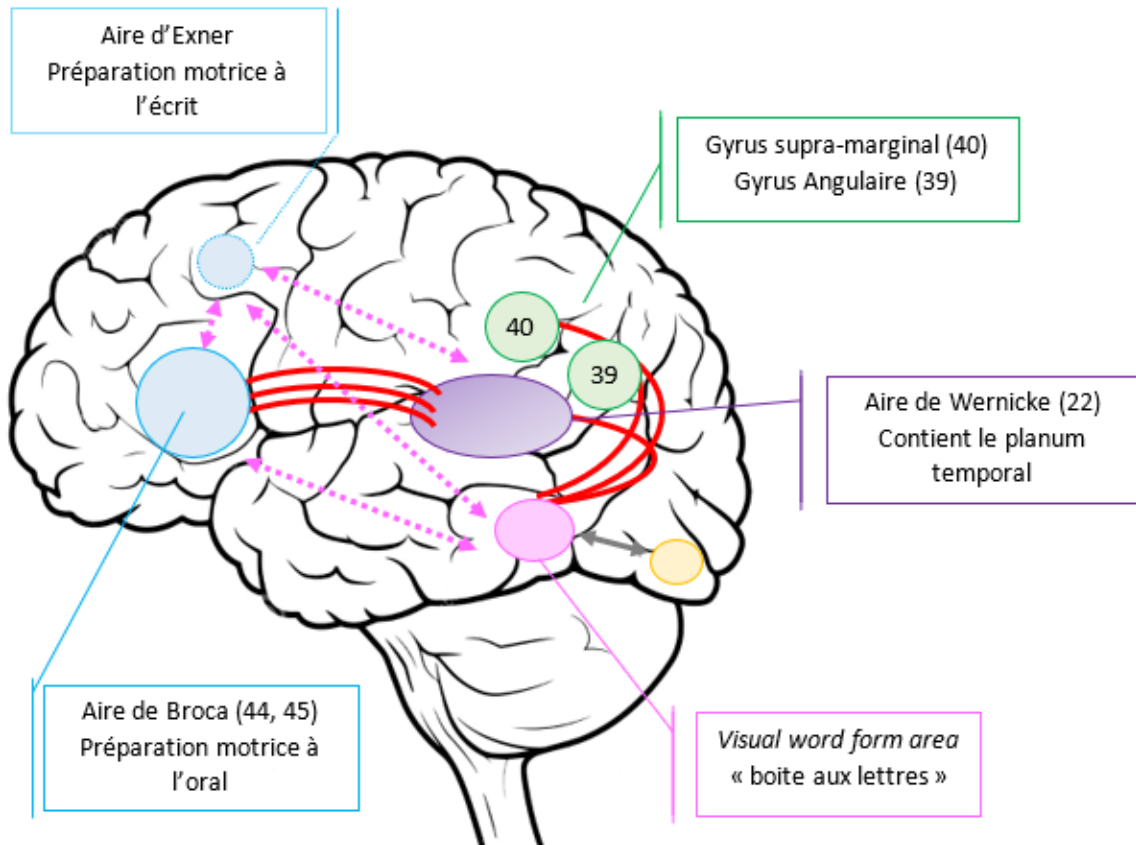


Figure 10 : Aires impliquées dans le traitement du langage écrit et du langage oral. Les liens indiqués en rouge sur le schéma (traits pleins courbés) correspondent à « l'arcuate fasciculus »

La littératie semble ainsi avoir une influence non négligeable sur la (re)construction du réseau de neurones impliqués dans le traitement du langage. Le schéma ci-dessus (Figure 10) indique le réseau majeur impliqué dans le langage oral (en traits pleins) et écrit (en traits pointillés). Les différents changements observés dans ces zones cérébrales sont détaillés dans les parties suivantes.

4.1.1. La visual word form area : création d'une zone cérébrale dédiée au langage lu et écrit

La formation de la *visual word form area* (VWFA), aussi appelée la « boîte aux lettres du cerveau » (Dehaene, 2013), est directement en lien avec l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Elle a pour objectif de permettre à la fois l'identification des stimuli orthographiques (Dehaene et al., 2010) mais aussi l'association de ces stimuli avec une information phonologique et lexicale (Hashimoto & Sakai, 2004). La réponse de cette zone

aux séquences de lettres suit de très près l'acquisition de la lecture (Pinel & Dehaene, 2010 ; Cai et al., 2010). L'activation de la VWFA face à un script spécifique⁴⁵ est montrée deux à trois ans après le début de l'apprentissage de la lecture chez des enfants de neuf ans (Monzalvo, Fluss, Billard, Dehaene & Dehaene-Lambertz, 2012). La même observation peut être faite dès six ans chez des enfants entraînés aux correspondances lettres-sons pendant quelques semaines (Brem et al., 2010). Cette activation est inextricable de l'apprentissage de la lecture puisqu'à âge égal, seuls les enfants de six ans lecteurs débutants montrent une activation de la *visual word form area* par rapport à des enfants prélecteurs du même âge lorsqu'ils écoutent des phrases dans leur langue maternelle (Monzalvo & Dehaene-Lambertz, 2013). Chez l'adulte, un entraînement de quelques jours à une écriture ou un alphabet nouveau est suffisant pour augmenter l'activation de cette zone aux symboles appris (Hashimoto & Sakai, 2004 ; Mei et al., 2012).

C'est au travers de ces réorganisations que le langage, qui était jusqu'ici traité uniquement par la modalité auditive, peut à présent également être traité par la modalité visuelle. Ce réseau de neurones de la *visual word form area* a été observé chez plus de deux mille participants toujours dans les mêmes zones du cerveau (Cohen et al., 2000), ce qui semble indiquer que le cerveau s'est à chaque fois transformé en suivant un schéma similaire. Pour expliquer ce phénomène, l'hypothèse du recyclage neuronal (Dehaene, 2005) a été avancée. Selon cette hypothèse chaque apprentissage culturel (e.g. lecture, écriture) se base sur un réseau de neurones préexistants pour s'implanter. Bien évidemment, si le cerveau est un organe plastique, l'organisation du cerveau en elle-même est, toujours selon l'hypothèse du recyclage neuronal, très fortement contrainte par son anatomie et ses connexions évolutivement héritées. Ces nouvelles connaissances vont donc chercher une « niche » pour s'implanter, qui serait à la fois suffisamment proche des fonctions que cette activité nécessite, et suffisamment plastique pour réorienter ses ressources neuronales vers la nouvelle activité (Dehaene & Cohen, 2007). Ainsi, la *visual word form area* prend appui sur le même hémisphère cérébral que le langage oral – l'hémisphère gauche (Pinel & Dehaene, 2010 ; Cai et al., 2010), au niveau du cortex visuel ventral et plus précisément dans le sulcus latéral gauche occipito-temporal (Cohen et al., 2000 ; Dehaene, Le Clec'H, Poline, Le Bihan & Cohen, 2002).

⁴⁵ Le script spécifique désigne ici le système d'écriture utilisé dans la langue apprise par l'enfant.

Plusieurs explications ont été avancées pour expliquer le choix de cette « niche » pour la *visual word form area*. Sa localisation pourrait d'abord être expliquée par le fait que le cortex visuel ventral a une préférence pour le traitement des lignes croisées, ce qui permet par exemple d'expliquer que des formes spécifiques comme « L » ou encore « T » sont toujours sélectionnées comme des lettres (Dehaene, 2009 ; Changizi, Zhang, Ye & Shimojo, 2006). Cette spécificité préexistante du cortex visuel ventral en fait le lieu parfait pour reconnaître les lettres. Cette explication rencontre néanmoins deux problèmes majeurs. Tout d'abord, les nombres qui possèdent des propriétés très similaires aux lettres sont traités par une zone spécifique appelée *la visual number form area* (Shum et al., 2013). Cette zone spécifique aux traitements des chiffres arabes se trouve dans la partie inférieure du gyrus temporal de l'hémisphère gauche, mais aussi de l'hémisphère droit (Cohen & Dehaene, 1996 ; Hannagan, Amedi, Cohen, Dehaene-Lambertz & Dehaene, 2015 ; Shum et al., 2013 ; Starrfelt & Berhmann, 2011). Une telle distinction ne peut reposer sur un biais dû à la préférence de la zone de la VWFA pour le traitement de lignes croisées. De plus, la VWFA est observée au même endroit chez les sujets aveugles de naissance (Büchel, Price & Friston, 1998 ; Reich, Szwed, Cohen & Amedi, 2011), qu'ils lisent le braille ou qu'ils utilisent une substitution sensorielle auditive. Une explication basée sur les propriétés visuelles ne semble donc guère satisfaisante. Une autre explication a été proposée sur la base des connexions de cette zone à d'autres zones du cerveau (Hannagan et al., 2015). De par sa localisation, la VWFA peut se connecter aux cortex frontal inférieur et temporal qui traitent le langage parlé depuis la naissance, tandis que la *visual number form area* peut se connecter au cortex pariétal qui traite les quantités et les mathématiques (Dehaene-Lambertz, Dehaene & Hertz-Pannier, 2002). Cela permet d'expliquer que la localisation de cette zone puisse être prédite trois ans avant le début de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture chez les enfants (Saygin et al., 2016) sur la base du pattern de connexions avec le reste du cerveau et, plus précisément, les aires du lobe temporal gauche, mais également que la localisation de cette région très spécifique soit identique chez les lecteurs anglais, français, hébreux et chinois (Szwed, Qiao, Jobert, Dehaene & Cohen, 2014 ; Bolger, Perfetti & Schneider, 2005 ; Hasson, Levy, Behrmann, Hendler & Malach, 2002).

Un des plus grands réseaux de connexions repose sur l'arcuate fasciculus, un ensemble d'axones qui forment en partie le fasciculus supérieur longitudinal et qui connecte à la fois l'aire de Broca et l'aire de Wernicke, mais également la VWFA au planum temporal (une partie de l'aire de Wernicke), au gyrus angulaire et au gyrus supramarginal. La partie

temporo-pariétale de l'arcuate fasciculus de l'hémisphère gauche qui connecte la VWFA au réseau préexistant du langage connaît des changements significatifs dans sa microstructure chez les sujets lettrés en comparaison à des sujets illettrés (de Schotten, Cohen, Amemiya, Braga & Dehaene, 2012). Le renforcement de ce « chemin » entre la VWFA et le réseau préexistant du langage reflète possiblement l'impact de la littératie au travers de l'entraînement de la voie de décodage graphème-phonème.

4.1.2. Une modification des zones cérébrales initialement impliquées dans le langage oral

Plusieurs zones sont initialement impliquées dans le traitement du langage oral. Les deux aires les plus connues sont, sans nul doute, les aires de Broca (BA 44 et 45) et de Wernicke (BA 22). Tandis que l'aire de Broca est chargée de la préparation motrice de la parole (*cf.* préparation articulatoire), l'aire de Wernicke est chargée du traitement des représentations phonétiques. Le gyrus temporal supérieur postérieur, situé dans l'aire de Wernicke, apparaît comme étant spécialisé dans le traitement phonétique de la parole (Chang et al., 2011). Cette spécialisation est marquée à la fois par une activation plus forte face aux stimuli phonétiques par rapport à tout autre type de sons (Binder et al., 2000 ; Jäncke, Wüstenberg, Scheich & Heinze, 2002), mais aussi par des connexions anatomiques aux aires qui supportent l'extraction lexicale et sémantique (Scott & Wise, 2004 ; Whallen et al., 2006). Le cortex auditif est également directement impliqué dans la perception de la parole. Il est également activé par la simple perception du mouvement labial issu d'un discours en l'absence même de sons correspondants (Calvert et al., 1997). Cette activation est répliquée en présence de mouvements labiaux issus d'un pseudo-discours, mais pas en présence de mouvements labiaux non linguistiques (Calvert et al., 1997).

La comparaison d'enfants de 6 à 9 ans à qui l'on avait demandé d'écouter des phrases dans leur langue maternelle et dans une langue étrangère, répartis en trois groupes en fonction de leur niveau de lecture (*cf.* prélecteur, lecteur débutant ou lecteur avancé) indique que certaines des zones précitées connaissent des transformations au cours de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture (Monzalvo & Dehaene-Lambertz, 2013). Ces zones (*cf.* la zone frontale inférieure gauche, l'insula gauche, les régions temporales supérieures et inférieures gauches) sont ainsi activées uniquement à l'écoute de phrases dans la langue maternelle des enfants. De plus, la comparaison de l'écoute de phrases en langue maternelle et étrangère révèle que les mêmes zones cérébrales (*cf.* les deux noyaux caudés, les aires motrices

supplémentaires pré et post-centrales, le cervelet, l'insula gauche et notamment les régions impliquées dans la lecture : le sulcus supérieur postérieur gauche et la VWFA) sont activées de 6 à 9 ans. En revanche, l'activation de ces zones est plus importante chez les enfants de 9 ans.

Afin de distinguer la maturation cérébrale et l'effet de la littératie, Monzalvo et Dehaene-Lambertz (2013) ont également comparé uniquement les enfants de 6 ans prélecteurs et lecteurs débutants. Les enfants de 6 ans lecteurs débutants montraient une meilleure activation du cortex moteur gauche. De plus, le cluster droit était aussi inversement corrélé avec l'âge, ce qui suggère une plus grande dépendance des lecteurs précoces à l'égard des aires auditives droites. La comparaison d'écoute de phrases en langue maternelle versus en langue étrangère a révélé une meilleure activation de la zone périsylvienne gauche et plus spécifiquement du pôle temporal gauche, des régions frontales inférieures gauches et de la scissure temporale supérieure antérieure chez les enfants lecteurs débutants que chez les enfants prélecteurs. Monzalvo et Dehaene-Lambertz (2013) ont souligné sur la base de leurs résultats que la zone postérieure de la scissure temporale supérieure / le planum temporal était davantage activée chez les enfants de 9 ans (les lecteurs avancés) par rapport aux enfants de 6 ans (les prélecteurs). Les mêmes résultats ont été retrouvés dans la comparaison d'enfants de 6 ans lecteurs débutants et prélecteurs.

Le planum temporal, impliqué dans le codage des phonèmes (Kolinsky, Morais, Cohen, Dehaene-Lambertz & Dehaene, 2014), voit son activation croître avec le niveau en littératie (Dehaene et al., 2010 ; Monzalvo et al., 2013). À l'inverse, chez les enfants dyslexiques, l'activation du planum temporal est réduite face aux sons du langage (Blau et al., 2010 ; Monzalvo et al., 2012).

En conclusion, l'ensemble du réseau impliqué initialement dans le langage oral subit des changements directement en lien avec l'apprentissage de la lecture et de l'écriture, ce qui semble suggérer que le traitement du langage oral ne correspond plus à ce qu'il était avant le début de ces apprentissages. Une autre conséquence, plus surprenante, est que l'ensemble de ce réseau de neurones (scissure gauche temporale postérieure, médiane et antérieure, pôle temporal gauche, cortex prémoteurs gauche et droit, gyrus frontal inférieur gauche, aire prémotrice supplémentaire gauche) est aussi actif lors de la lecture de phrases écrites (Dehaene et al., 2010). Enfin, dans certaines zones comme les régions frontales, l'activation est aussi importante face au langage oral qu'au langage écrit (Dehaene et al., 2010).

4.1.3. Des modifications qui s'étendent bien au-delà des aires cérébrales impliquées dans le langage

L'ensemble des réorganisations cérébrales présentées jusqu'ici concernait les aires cérébrales impliquées dans le langage oral ou écrit. Néanmoins, il semble que ces réorganisations s'étendent bien au-delà des aires cérébrales impliquées dans le langage. Cette (ré)organisation peut en grande partie s'expliquer par le fait que le cerveau n'est initialement pas câblé pour, par exemple, différencier certaines lettres comme le « d », le « b », le « p » et le « q ». Avant le début de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture, le cerveau est câblé pour identifier un objet, qu'il soit présenté à l'endroit, en miroir, en plus petit, etc. Si cette capacité, appelée invariance miroir, est indispensable dans la nature afin de reconnaître un objet quel que soit l'angle sous lequel il est vu, elle devient un frein pour la lecture. En effet, si l'on reprend l'exemple du « d, b, p, q », il s'agit finalement de la même lettre qui a été pivotée ou présentée en miroir. Avec l'invariance miroir, les enfants sont donc amenés à identifier, avant leur

apprentissage, ces lettres comme identiques ; c'est pourquoi l'illustration ci-contre (avec ses variantes) est si souvent présente dans les salles de classe (Figure 11). Pour apprendre à lire, l'enfant a pourtant besoin de pouvoir identifier chaque lettre et notamment de savoir que « p » et « q » sont des lettres différentes, ce qui explique que cette

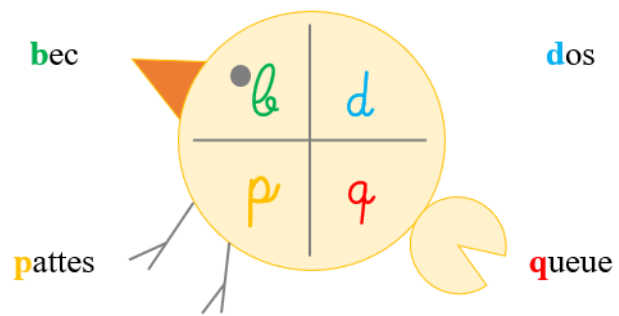


Figure 11 : Illustration de la différenciation des graphies p, b, d et q proposée en primaire

« invariance miroir » est amenée à disparaître chez les lettrés dès la première année d'école primaire (Fernandes, Leite & Kolinsky, 2016), mais qu'elle demeure présente chez les illettrés (Pegado et al., 2014 ; Pegado, Nakamura & Hannagan, 2014).

Un changement dans l'activation des aires visuelles précoces est également observé. Il semble néanmoins dépendre de la nature du script (écriture alphabétique ou non alphabétique) auquel les participants sont exposés. Ainsi les lecteurs français engagent davantage les aires visuelles V1 centrales et médianes droites qui sont particulièrement utilisées dans la lecture de gauche à droite tandis que les lecteurs chinois montrent une meilleure emphase sur les aires visuelles intermédiaires. Ainsi, les corrélats neuronaux sur

lesquels se base l'expertise à reconnaître les caractères de la langue maternelle diffèrent selon la nature du script, alphabétique ou logographique (Szwed et al., 2014).

4.2. Deux origines possibles au rôle de l'orthographe : influence en temps réel vs restructuration

Si l'effet orthographique en perception orale est aujourd'hui largement admis, les mécanismes qui sous-tendent cet effet sont discutés. D'un côté, il a été proposé que l'orthographe intervienne en temps réel : ce serait donc l'activation de l'orthographe en simultané de celle de la phonologie qui serait à l'origine de l'effet observé. Selon cette vision, l'activation des codes orthographiques pourrait ne pas être systématique. D'un autre côté, il a été proposé que la composante phonologique connaisse une restructuration durant l'apprentissage de la littératie. Selon cette vision, les modifications sont définitives et stables dans le temps. Sur la base des travaux de Pülvermuller (1999), ces deux hypothèses sont respectivement nommées hypothèse de l'influence en temps réel et hypothèse de restructuration.

4.2.1. *Hypothèse de l'influence de l'orthographe en temps réel*

L'hypothèse d'une influence de l'orthographe en temps réel (Pülvermuller, 1999) postule que l'information orthographique est co-activée pendant la production du mot à l'oral. Cette influence en temps réel de l'orthographe dans le traitement du langage serait expliquée au travers des liens qui sont entretenus entre les aires principales du langage (*cf.* le gyrus frontal inférieur gauche, l'insula, le gyrus temporal supérieur gauche, le gyrus supramarginal gauche) et la VWFA. C'est donc la co-activation de la VWFA au cours de l'activité langagière qui expliquerait la présence des effets orthographiques présentés précédemment dans ce chapitre.

Cette hypothèse est à la fois appuyée par des données comportementales (Pattamadilok et al., 2011) présentées dans la partie 2.2, mais aussi par des données d'imagerie cérébrale. Pour rappel, les résultats obtenus par Pattamadilok et al. (2011) indiquaient que l'information orthographique n'était recrutée que dans la situation où la tâche de *shadowing* était réalisée avec des stimuli bruités. Cette activation de l'orthographe laissait Pattamadilok et al. (2011) penser que l'information était mobilisée en temps réel par l'activation de la VWFA. Pour apporter de nouveaux éléments plus précis concernant les

mécanismes qui sous-tendent cet effet, Perre et Ziegler (2008), Perre, Midgley et Ziegler (2009) ainsi que Pattamadilok, Perre, Dufau et Ziegler (2009) ont utilisé une méthode basée sur l'enregistrement des potentiels évoqués du cerveau (*cf. event-related brain potential - ERP*). Cette méthode permet, contrairement aux mesures comportementales comme l'analyse du temps de réaction, d'établir le déroulement temporel de l'activation de composantes en temps réel. Perre et Ziegler (2008) ont pour cela manipulé le lieu de l'inconsistance dans les mots (précoce vs tardif) avec l'hypothèse que l'arrivée de l'inconsistance serait associée temporellement avec les effets observés sur l'ERP. Perre et Ziegler (2008) ont observé que lorsque l'inconsistance du mot était précoce, l'effet de consistance était marqué sur l'ERP entre 132 ms et 320 ms tandis que lorsque l'inconsistance du mot était tardive, ce même effet était marqué sur l'ERP entre 444 ms et 600 ms. La synchronisation temporelle de l'effet de consistance et du lieu de l'inconsistance dans le mot indique que l'orthographe est traitée en ligne, pendant que les mots sont entendus. Perre et al. (2009) ont répliqué cet effet orthographique sur l'ERP. Pour cela, ils ont proposé une tâche de décision auditive avec amorces dans laquelle l'amorce et la cible étaient soit orthographiquement et phonologiquement reliées (e.g. reef-BEEF), soit uniquement phonologiquement reliées (e.g. leaf-BEEF). L'hypothèse sous-jacente était que si l'orthographe est co-activée, la distribution topographique provoquée par les amorces orthographiques et phonologiques (e.g. reef) et les amorces phonologiques (e.g. leaf) devrait être différente. Perre et al. (2009) ont observé que l'effet phonologique était localisé dans les régions centro-postérieures tandis que l'effet de l'orthographe était plus antérieur. Ces données sont également renforcées par celles de Pattamadilok et al. (2008) qui ont montré un effet orthographique précoce et tardif dans une tâche de classification sémantique qui, contrairement à une tâche de décision lexicale, ne requiert aucunement la mobilisation de l'information.

4.2.2. *Hypothèse d'une restructuration des codes phonologiques*

L'hypothèse de restructuration est basée sur l'idée que l'apprentissage d'un code alphabétique modifie les capacités métaphonologiques à analyser, manipuler le langage et se reflète directement sur la parole (Goswami & Bryant, 1990 ; Morais, Cary, Alegria & Bertelson, 1979 ; Olson, 1996). Selon cette hypothèse, l'information orthographique « contaminerait » également la phonologie durant le processus d'apprentissage de la lecture et de l'écriture, ce qui viendrait altérer la nature profonde des représentations en elles-

mêmes. Plusieurs aires cérébrales impliquées dans le traitement de la phonologie peuvent être affectées par cette restructuration : le gyrus frontal inférieur gauche et l'insula, le gyrus temporal supérieur gauche, le gyrus supra-marginal gauche et enfin le planum temporal (Kolinsky et al., 2014 ; Perre, Pattamadilok, Montant & Ziegler, 2009 ; Scott & Wise, 2004). Très peu envisagée dans un premier temps, cette hypothèse permet néanmoins de réconcilier, comme nous l'avons vu dans la partie 2 de ce chapitre, la présence d'une influence lexicale et/ou sous-lexicale (Muneaux & Ziegler, 2004).

Les premiers résultats en faveur de cette hypothèse proviennent de données comportementales. À l'aide d'une tâche dite « off-line », Muneaux et Ziegler (2004) ont tenté d'apporter des premiers éléments en faveur de cette hypothèse. Les participants, au cours d'une tâche de génération de voisins⁴⁶, ont eu pour consigne de générer, pour chaque mot présenté, un mot qui sonnait de manière similaire (e.g. Mot entendu : wipe - /waip/ (essuyer) ; Mots qui peuvent être produit : ripe - /raip/ ou bien type - /taip/). Dans cette tâche, la distinction entre voisins orthographiques et voisins phonologiques n'était pas indiquée aux participants. Pourtant, les participants produisaient significativement plus de voisins phonographiques (ayant la même orthographe et la même phonologie) que de voisins phonologiques. Muneaux et Ziegler (2004) ont souligné que cet effet ne pouvait pas être expliqué par la fréquence des mots rapportés, puisque les voisins phonographiques rapportés étaient souvent moins fréquents que le voisin phonologique qui aurait pu être généré. La présence d'un effet orthographique sur une tâche *offline* semble en faveur d'un processus de restructuration lexicale. Sur la base de ces résultats, Ziegler et Goswami (2005) ont proposé que les représentations phonologiques ne seraient pas remplacées par des représentations de plus en plus segmentées, mais davantage améliorées avec plus de détails sur les différentes segmentations possibles. Suivant Perfetti (1992), les représentations phonologiques sont ainsi modifiées en termes de spécificité et de redondance de l'information.

Selon cette hypothèse, c'est donc le réseau de neurones initialement impliqué dans le traitement de la phonologie (*cf.* gyrus frontal inférieur gauche et insula, gyrus temporal supérieur gauche, gyrus supra-marginal gauche, planum temporal) qui serait à l'origine de l'effet orthographique. Ces zones cérébrales se retrouveraient donc, par exemple, davantage activées face à un mot inconsistant (où un phonème d'un mot peut s'écrire avec différentes

⁴⁶ Dans cette tâche, les participants entendaient un mot et avaient pour consigne de générer un mot qui sonnait de la même manière. N'importe quel changement, addition ou déletion de sons au début, milieu ou fin de mot, conduisait ainsi à la création d'un voisin.

graphies) que face à un mot consistant. Pour tester cela, Perre et al. (2009) ont proposé une tâche de décision lexicale auditive avec des mots consistants (e.g. besoin / b2zw5/) et inconsistants (e.g. cyanure /sjianyR/ ; « cya », aurait pu s'écrire avec un « i » à la place du « y », avec « s » à la place de « c »). L'analyse des temps de réaction a permis aux auteurs de répliquer l'effet de consistance orthographique précédemment reporté (Ziegler & Ferrand, 1998). À l'aide d'une technique d'imagerie cérébrale, la tomographie électromagnétique à basse résolution standardisée (sLORETA), Perre et al. (2009) sont parvenus à localiser l'origine cérébrale de cet effet. Ils ont observé une première activation significative à 350 ms dans l'aire temporo-pariétale gauche, incluant une partie du gyrus supra-marginal (BA40), du gyrus temporal supérieur postérieur (BA 22 ; une partie du planum temporal / de l'aire de Wernicke) et du lobule pariétal inférieur (BA 40). L'activation de ces zones cérébrales, directement impliquées dans le traitement de la phonologie, semble indiquer que l'effet d'inconsistance orthographique observé intervient à l'intérieur du système phonologique.

Ces deux hypothèses, l'influence en temps réel et la restructuration ne sont néanmoins pas exclusives et peuvent largement coexister. La comparaison d'adultes illettrés avec des adultes lettrés ayant appris à lire dans l'enfance et des adultes lettrés ayant appris à lire une fois adultes montre par exemple que le planum temporal voyait son volume augmenter, ce qui suggère une amélioration du codage phonologique, tandis que l'activation de la *visual word form area* indique un recrutement additionnel et optionnel de l'orthographe (Dehaene et al., 2010). Ces résultats ayant été répliqués en chinois mandarin – une langue non alphabétique, l'effet de l'orthographe semble largement indépendant de la langue utilisée (Chen, Chao, Chang, Hsu & Lee, 2016).

5. Conclusion

5.1. Synthèse et analyses des résultats obtenus

Il existe au final une très forte asymétrie entre les recherches portant sur la perception et la production du langage oral et, si le débat sur l'existence d'une influence de l'orthographe en perception orale semble résolu, il n'en est rien en production du langage. L'ensemble des études conduites jusqu'ici semblent néanmoins indiquer que les choix méthodologiques ont pu fortement influencer les résultats observés. Pour étayer ces propos, les conséquences des différents choix méthodologiques, synthétisés dans le Tableau 5 ci-dessous, sont précisées puis discutées.

Tableau 5 : Synthèse des différentes études menées sur le rôle de l'orthographe en production orale

	Intervention de l'orthographe ?	Paradigme	Langue	Emploi de SOA (VI)	Liens (VI)	Mesures (VD)
<i>Damian et Bowers (2003)</i>	Oui	<i>Form-preparation</i>	Anglais	Non	Homogène Hétérogène Inconsistant (+ condition O)	TR
<i>Weekes et al. (2002)</i>	Oui	Interférence image-mot (PWI)	Chinois mandarin	Oui	O P NR	TR
					OP	
<i>Zhang et al. (2009)</i>	Oui	Interférence Image-mot (PWI)	Chinois mandarin	Oui (-150 ms, 0 ms, +150 ms)	Sémantique Orthographique Phonologique Non-relié	TR
<i>Zhang et Weekes (2009)</i>	Oui	Interférence Image-mot (PWI)	Chinois mandarin	Oui (-300 ms, -200 ms, -100 ms, 0 ms, +100 ms, +200 ms, +300 ms)	Sémantique Orthographique Phonologique Non relié	TR
<i>Zhao et al. (2012)</i>	Oui	Interférence Image-mot (PWI) (+ dénomination d'image & catégorisation d'image)	Chinois mandarin	Oui (-150 ms, -75ms, 0 ms, +75ms, +150 ms)	O relié O non-relié P relié P non-relié	TR
<i>Alario et al. (2007)</i>	Non	Dénomination d'image	Français	Non	Homogène Hétérogène Inconsistant	TR
<i>Damian et Bowers (2009)</i>	Non	Interférence mot-image (PWI) → Distracteur visuel ou auditif	Anglais	Oui (-200ms, -100ms, 0ms, +100ms, +200ms)	OP P NR	TR

Une certaine homogénéité se remarque tout d'abord dans les paradigmes employés. Bien souvent, le paradigme d'interférence image-mot a été employé principalement en chinois, mais aussi en anglais. Ce choix est loin d'être anodin puisqu'il s'agit du paradigme employé plus tôt dans plusieurs recherches (Lupker, 1982 ; Posnanski & Rayner, 1978 ; Rayner & Posnanski, 1978) qui avaient (fortuitement) apporté de premiers indices en faveur de l'influence de l'orthographe en production orale. L'ensemble des recherches menées sur la question utilisant ce paradigme (Weekes et al., 2002 ; Zhang et al., 2009 ; Zhang & Weekes, 2009 ; Zhao et al., 2012) ont d'ailleurs toutes retrouvé un effet de facilitation orthographique comme celui observé par leurs pairs (à l'exception de Damian & Bowers, 2009). Il reste néanmoins important d'indiquer que suivant les travaux de Lupker (1982) et de Rayner et Posnanski (1978), ces résultats en faveur d'une influence de l'orthographe avec le paradigme de l'interférence image-mot sont attendus. Rayner et Posnanski (1978) ont indiqué que l'orthographe et la phonologie du mot permettaient l'accès au sens du mot. Les résultats de Lupker (1982) soutenaient ce résultat en démontrant également un effet de facilitation orthographique. Il serait donc possible d'envisager que les résultats obtenus puissent avoir pour origine le paradigme utilisé comme le suggérait Lupker (1982), ainsi que Rayner et Posnanski (1978), ou que cet effet soit propre à la production orale comme cela est soutenu par Weekes et al. (2002), Zhang et al. (2009), Zhang et Weekes, (2009), Zhao et al. (2012).

Damian et Bowers (2003), Alario et al. (2007) ainsi que Roelofs (2006) et Bi et al. (2009) ont été les seuls à proposer un paradigme différent, ce qui permet de départager ces deux explications. D'un côté, les résultats rapportés par Damian et Bowers (2003) soutiennent l'hypothèse que l'influence de l'orthographe a pour origine la production orale. De l'autre côté, Alario et al. (2007) pointent le résultat inverse indiquant l'importance de certains choix méthodologiques dans l'apparition de cet effet, qu'ils ont attribué au paradigme. Enfin, Roelofs (2006) ainsi que Bi et al. (2009) apportent une conclusion à mi-chemin en indiquant que l'orthographe serait finalement activée en production orale lorsque la tâche réalisée par le participant requiert l'emploi de l'orthographe.

Une nouvelle voie de recherche s'ouvre en ne présentant plus la question de l'activation de l'orthographe comme quelque chose de systématique ou non systématique, mais dépendant du contexte. Ces travaux sont résumés dans le Tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Synthèse des différentes études qui proposent un rôle dépendant du contexte pour l'influence de l'orthographe en perception orale

	Quand intervient l'orthographe ?	Paradigme	Langue	Emploi de SOA (VI)	Liens (VI)	Mesures (VD)
<i>Roelofs (2006)</i>	Lecture (exp.1)	Lecture de mots (exp.1) Dénomination d'objets (exp.2) Génération de mots (exp.3)	Néerlandais	Non	Hétérogène Homogène Inconsistant	TR
<i>Bi, Wei, Janssen et Han (2009)</i>	Lecture (exp.1)	Lecture (exp.1) Dénomination associative (exp.2) Dénomination d'image (exp.3)	Chinois mandarin	Non	O+P+ O+P- O-P+	TR
<i>Pattamadilok, De Morais et Kolinsky (2011)</i>	<i>Shadowing</i> avec bruit	<i>Shadowing</i> sans bruit <i>Shadowing</i> avec bruit	Français	Non	Mots (fréquent, peu fréquent, consistant, inconsistant) Pseudo-mots (consistant, inconsistant)	TR
<i>Saletta, Goffman & Brentari (2016)</i>	Avec présentation visuelle	Répétition de mot (Présentation auditive uniquement ou Présentation auditive + visuelle)	Anglais	Non	Densité des voisins orthographiques (fort, faible)	Données sur la cinématique articulaire (stabilité articulaire)

Cette notion de contexte se retrouve dans les recherches menées par Pattamadilok et al. (2011) ainsi que Saletta et al. (2016) qui ont proposé que l'orthographe pourrait également avoir un rôle de support dans des tâches présentant une difficulté particulière. Une fois de plus, la tâche réalisée semble déterminer si le participant mobilise ou non les codes orthographiques.

Un second choix méthodologique qui peut être discuté est celui du choix des SOA. Utilisé dans une grande partie de l'étude présentée, il est surprenant de constater que tout comme en production écrite, les temps choisis ne sont jamais justifiés empiriquement. Les SOA couvrent ainsi une période allant de -300 ms à +300 ms avec des intervalles plus ou moins importants entre chaque SOA (75 ms ; 100 ms ; 150 ms). Ce qui revient à dire que l'activation de l'orthographe, quand elle se fait, est réalisée dans cette fenêtre temporelle. De la même façon, les intervalles sont choisis sans justifications empiriques, ce qui questionne donc la pertinence d'utiliser plutôt un intervalle « court » de 75 ms entre deux SOA (Zhao et al., 2012) ou bien « long » de 150 ms entre deux SOA (Zhang et al., 2009).

5.2. Quelle origine pour effet de l'orthographe en production orale : restructuration ou intervention en temps réel ?

Sur la base des résultats proposés par Roelofs (2006), Bi et al. (2009), Pattamadilok et al. (2011) ainsi que Saletta et al. (2016), il est intéressant de constater qu'en production orale aucune recherche n'a à ce jour tenté de relier ces résultats à la question de la restructuration et/ou de l'intervention de l'orthographe en temps réel. Pourtant, à la lumière des résultats obtenus par ces auteurs, il est possible d'envisager qu'en production orale, la nature de l'effet orthographique observé ait pour origine une intervention en temps réel, dans le sens où l'orthographe n'est pas systématiquement mobilisée. Cette hypothèse est testée dans la présente thèse chez l'adulte.

5.3. Et chez l'enfant ?

Les recherches menées en neurologie et en neuropsychologie semblent indiquer que le cerveau connaît au cours de l'apprentissage de la littératie de nombreuses restructurations dans les zones cérébrales dédiées au langage oral. En perception orale du langage, les conséquences de ces modifications cérébrales s'observent dès le CE1, chez les enfants français (Pattamadilok et al., 2009) et portugais (Ventura et al., 2007). En production orale

du langage, l'influence de l'orthographe n'est en revanche pas documentée. Suivant les travaux observés chez l'adulte, il est possible d'envisager que si des études ont été menées chez l'enfant, aucune d'elles n'ait été fructueuse compte tenu de l'irrégularité même des résultats observés chez l'adulte. Néanmoins, si l'on considère les résultats observés en perception du langage qui indiquent que l'enfant est influencé par l'information orthographique et les résultats observés chez l'adulte en production orale qui tendent à indiquer que l'influence de l'orthographe est fortement dépendante de la tâche réalisée, il est possible d'envisager que l'orthographe puisse également avoir une influence sur la production orale dans un contexte qui le nécessite. Cette hypothèse est également testée dans la présente thèse.

The title 'Chapitre 3' is rendered in a decorative, calligraphic font. The letter 'C' is particularly large and features a bird perched on its top curve. The word 'Chapitre' is written in a cursive style, and the number '3' is also stylized. The text is surrounded by delicate floral and branch motifs, with a small butterfly flying above the 'i'.

Problématique, objectifs et méthodologie

1. Problématique

Existe-t-il un lien réciproque entre production orale et production écrite et, si tel est le cas, quelle est sa nature ? Ces questions posent une double interrogation concernant : l'influence de la production orale sur la production écrite et l'influence de la production écrite sur la production orale. Dans la littérature, comme cela a été présenté dans les chapitres 1 et 2, ces influences ont largement été approchées au travers de l'intervention des codes phonologiques en production écrite et, réciproquement, au travers de l'intervention des codes orthographiques en production orale.

La production orale et la production écrite ont néanmoins été très souvent étudiées séparément bien qu'appartenant à la même branche de la « trinité psycholinguistique⁴⁷ » (Alario, Costa, Ferreira & Pickering, 2006). Cette séparation n'a pas pour autant empêché les chercheurs de ces deux domaines de s'interroger sur leurs influences réciproques. Ainsi très tôt, une influence des codes phonologiques est soupçonnée en production écrite avec la proposition de l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire, bien que remise en question par la suite avec l'hypothèse de l'autonomie de l'orthographe. L'influence des codes orthographiques en production orale, bien que moins questionnée a également amené plusieurs hypothèses avec une influence des codes orthographiques systématique ou non systématique. Ainsi, que ce soit en production écrite comme en production orale, aucun consensus clair n'existe quant au rôle précis des codes phonologiques en production écrite et des codes orthographiques en production orale.

Dans cette thèse, deux influences ont été étudiées : l'influence de l'oral sur l'écrit et l'influence de l'écrit sur l'oral. Ce choix a tout d'abord été fait afin d'apporter de nouveaux éléments de réponse concernant à la fois l'influence des codes orthographiques en production orale et également l'influence des codes phonologiques en production écrite. Ces différents éléments de réponse vont permettre de spécifier leurs influences réciproques : est-ce une influence réciproque « équilibrée » (les codes phonologiques influencent autant la production écrite que les codes orthographiques influencent la production orale) ou bien est-ce au contraire une influence réciproque « déséquilibrée », où une forme de production orale ou écrite est davantage influencée que l'autre ? À cette question, il serait assez intuitif de répondre, au vue des différents travaux présentés dans les chapitres 1 et 2, que la

⁴⁷ Les trois branches de la « trinité psycholinguistique » sont respectivement : l'acquisition, la compréhension et la production.

production écrite est plus influencée par les codes phonologiques que ne l'est la production orale par les codes orthographiques. Mais est-ce vraiment le cas ? Enfin, ces influences sont-elles fixes ou bien adaptables ? Il est en effet possible d'envisager que le traitement effectué en production écrite comme en production orale est modifié par un certain nombre de conditions. Trois ont été retenues et sont étudiées par la suite : la nature de la présentation des stimuli (visuelle ou auditive), l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques / phonologiques et le niveau scolaire.

Pour répondre à ces interrogations, l'unité mot isolé a été choisi. Comme souligné par Bonin (2005), l'accès aux mots est une partie centrale de la production du langage, qu'il soit oral ou écrit, puisque sans mot, il est impossible d'écrire ou de prononcer une phrase, de produire un texte. Le choix de cette unité permet de se focaliser sur les composants nécessaires à la production de mot.

2. Objectifs

Le premier objectif de la thèse est de déterminer l'influence des codes phonologiques en production écrite de mots isolés. Il s'impose donc tout d'abord d'apporter des éléments sur la nature de la médiation phonologique : systématique ou non systématique. La mobilisation (ou non) des codes phonologiques en production écrite pourrait également s'effectuer en fonction de conditions. Deux conditions sont proposées et questionnées dans la thèse chez l'adulte : la nature des stimuli (mots présentés visuellement ; mots présentés auditivement) et la présence d'une aide supplémentaire donnée aux codes phonologiques – e.g. si les codes phonologiques sont préactivés par une tâche de dénomination à l'oral, interviennent-ils dans une tâche d'écriture réalisée juste après. Une condition supplémentaire est proposée et questionnée chez l'enfant : le niveau scolaire. Afin d'évaluer chaque condition, sept expériences ont été conduites. Les Expériences 1 à 4 sont conduites avec des stimuli de nature différente, visuelle et auditive, avec l'hypothèse que seuls les stimuli auditifs mobilisent les codes phonologiques en production écrite. Dans les Expériences 5 et 6, une aide supplémentaire est donnée à la phonologie avec l'hypothèse que cette aide permet la mobilisation des codes phonologiques en production écrite. Enfin, dans l'Expérience 7, des enfants ayant un niveau intermédiaire et avancé (CM2, 5^{ème} et 3^{ème}) dans l'acquisition de l'écriture sont interrogés avec l'hypothèse que chez les enfants ayant un

niveau intermédiaire, le rôle des codes phonologiques serait plus important que chez les enfants ayant un niveau avancé.

Le deuxième objectif de la thèse est de déterminer l'influence des codes orthographiques en production orale de mots isolés. Il s'impose donc tout d'abord de déterminer si la mobilisation des codes orthographiques à l'oral est systématique ou non systématique. Tout comme en production écrite, il est proposé que la mobilisation (ou non) des codes orthographiques en production orale peut se faire en fonction de conditions. Deux conditions sont proposées et interrogées dans la thèse : la présence d'une aide supplémentaire donnée aux codes orthographiques et le niveau scolaire. Afin d'évaluer ces deux conditions, six expériences ont été conduites. L'Expérience 8 détermine tout d'abord si les codes orthographiques sont systématiquement mobilisés en production orale de mots isolés. Dans les Expériences 9 à 12, une aide est donnée aux codes orthographiques avec l'hypothèse que cette aide supplémentaire permette la mobilisation des codes orthographiques en production orale. Enfin, dans l'Expérience 13, des enfants sont également interrogés avec une hypothèse similaire à celle formulée en production écrite. Chez des enfants ayant un niveau intermédiaire en orthographe, le rôle des codes orthographiques devrait être moins important que chez les enfants ayant un niveau avancé.

Le troisième objectif est de déterminer dans quelle mesure l'influence du langage oral et du langage écrit est réciproque. L'influence des codes phonologiques en production écrite est-elle aussi importante que l'influence des codes orthographiques en production orale ou bien existe-t-il un déséquilibre ? Cette question a été posée chez l'adulte à l'aide des Expériences 5 et 6 réalisées en production écrite et des Expériences 9 et 10 en production orale. L'intérêt de ces expériences est que pour chacune d'entre elles, le même paradigme a été mis en place en production écrite et en production orale. Les Expériences 5 et 9 imposaient un intervalle – aux codes phonologiques en production écrite et aux codes orthographiques en production orale – tandis que les Expériences 6 et 10 donnaient une activation supplémentaire – aux codes phonologiques en production écrite et aux codes orthographiques en production orale. Si l'intervalle de temps supplémentaire permet à la fois l'activation des codes phonologiques en production écrite (Expérience 5) et l'activation des codes orthographiques en production orale (Expérience 9), cela apporterait un premier argument en faveur d'une influence de la production écrite sur la production orale et réciproquement. De la même façon, si l'ajout d'une activation supplémentaire permet à la fois l'activation des codes phonologiques en production écrite (Expérience 6) et l'activation

des codes orthographiques en production orale (Expérience 10), cela apporterait un argument de plus en faveur d'une influence de la production écrite sur la production orale et réciproquement. À l'inverse, si le temps supplémentaire et/ou l'activation supplémentaire ne permettent, par exemple, que l'activation des codes phonologiques en production écrite sans permettre l'activation des codes orthographiques en production orale, cela indiquerait que le langage oral a finalement plus d'influence sur le langage écrit (au travers des codes phonologiques) que le langage écrit n'a d'influence sur le langage oral.

3. Méthodologie

3.1. Choix du paradigme

À partir des différentes recherches et recommandations présentées ci-dessous, une adaptation de la tâche initialement proposée par John Ridley Stroop (1935) a été proposée dans cette thèse. L'utilisation de ce paradigme a permis l'étude des effets de facilitation ou d'interférence ayant une origine phonologique et/ou orthographique, aussi bien en production écrite qu'en production orale.

3.1.1. Le paradigme de Stroop

Cette tâche a été initialement proposée par Stroop (1935) afin d'étudier au sein de deux expériences l'interférence d'une tâche peu pratiquée avec une tâche plus pratiquée et inversement. Il avait sélectionné deux tâches, la lecture (tâche très pratiquée) et la dénomination de couleurs (tâche peu pratiquée) ainsi que cinq couleurs (*cf.* rouge, bleu, vert, marron et violet) à l'aide desquelles il avait créé trois planches. Une première planche sur laquelle les couleurs étaient présentées aléatoirement à l'écrit à l'encre noire. Une deuxième planche sur laquelle les couleurs étaient présentées aléatoirement à l'écrit à l'encre de couleur. Sur cette seconde planche, les mots étaient écrits à l'aide d'une couleur d'encre dite incongruente (e.g. bleu écrit en rouge ; vert écrit en bleu, etc.). Une troisième planche sur laquelle les couleurs étaient présentées sous forme de pastilles. Dans une première expérience, les participants avaient pour consigne de lire à haute voix les mots inscrits en noir sur la première planche, puis de lire les mots inscrits en couleur sur la seconde planche tout en ignorant la couleur de l'encre dans laquelle ces derniers étaient inscrits. La lecture des deux planches était à chaque fois chronométrée et aucune différence n'était observée. Stroop concluait ainsi qu'une activité peu pratiquée, comme la dénomination de couleur,

n'interférait pas avec une activité davantage pratiquée, comme la lecture. Dans une seconde expérience, les participants avaient pour consigne de lire à haute voix la couleur de l'encre des mots inscrits sur la seconde planche tout en ignorant le mot inscrit, puis de lire la couleur des pastilles présentées sur la troisième planche. La lecture des deux planches était à chaque fois chronométrée et une différence était observée. La dénomination des couleurs à l'aide des pastilles de couleurs était deux fois plus rapide que la dénomination des couleurs faite à partir de mots. Stroop concluait ainsi qu'une activité très pratiquée, comme la lecture de mots, interférait avec une activité peu pratiquée, comme la dénomination de couleurs. MacLeod (1991) a proposé deux hypothèses pour expliquer ce phénomène : la vitesse relative du traitement et l'automatisme de la lecture.

Dalrymple-Alford (1972) a complété les résultats obtenus par Stroop (1935) en observant également un effet Stroop facilitateur et non plus seulement inhibiteur. Pour cela, l'auteure a proposé de présenter en couleurs des mots non reliés (e.g. joie, main, carré), des mots liés aux couleurs (e.g. ciel, herbe, neige, sang) et des noms de couleurs (bleu, vert, blanc, rouge). Elle a ainsi observé que la dénomination des couleurs dans la condition congruente (e.g. ciel écrit en bleu) était plus rapide que dans la condition contrôle (e.g. le mot *joie* écrit en bleu).

L'effet Stroop, observé pour la première fois en 1935, peut donc à la fois être inhibiteur, mais aussi facilitateur. Ce paradigme a ainsi intéressé un très grand nombre de chercheurs qui se sont emparés de la tâche et cette dernière a connu de très nombreuses adaptations (e.g. le stroop sémantique de Dalrymple-Alford, 1972 ; le stroop émotionnel de Watts, MacKenna, Sharrock & Trezise, 1986 ; pour une revue, voir McLeod, 1991) avec des modifications plus ou moins importantes qui l'ont parfois modifiée en profondeur (voir Kinoshita, De Witt & Norris, 2017). Kinoshita et al. (2017) proposent par exemple une tâche où des pseudo-mots, des suites de consonnes, des suites de symboles et des suites de x sont affichés en couleur et constituent les stimuli de conditions expérimentales.

Une partie de ces adaptations ont visé à étudier, pour ce qui va nous intéresser dans la présente thèse, l'apparition d'un effet Stroop facilitateur d'origine phonologique. Pour comprendre la façon dont ces recherches ont été construites, il faut tout d'abord commencer par préciser le cadre dans lequel elles se placent. La plupart de ces études avaient pour objectif de tester l'existence d'une double voie (Coltheart, 1978) en lecture. Cela influence notamment le matériel qui sera utilisé pour approcher la voie lexicale ou la voie sous-lexicale.

Dalrymple-Alford (1972) a tout d'abord montré qu'un effet de facilitation phonologique est possible lorsque la première lettre de la couleur (e.g. **g**reen) et celle du mot qui porte cette couleur sont partagées (e.g. **g**rown). L'activation de la phonologie en lecture de mots isolés semble ainsi générée de manière automatique par le participant. Ce même effet est également observé par Bakan et Alperson (1967) avec des non-mots colorés. La phonologie est ainsi à nouveau activée alors même que, dans la tâche proposée par les auteurs, cela interférerait avec la réponse à produire par les participants (e.g. « was » affiché en bleu). La phonologie et plus particulièrement l'effet de cette dernière va donc pouvoir être étudié à l'aide du paradigme proposé par Stroop (1935). Il est néanmoins possible que les résultats de Dalrymple-Alford (1972) ne traduisent pas uniquement l'effet du recouvrement manipulé sur la première lettre. En effet, la place du recouvrement n'a pas toujours été entièrement contrôlée et il est arrivé que d'autres lettres soient également partagées (e.g. si l'on reprend l'exemple cité ci-dessus, *green* et *grown*, partageaient non seulement leur première lettre (*cf.* le « g ») mais aussi leur dernière lettre (*cf.* le « n »)). Afin d'isoler l'effet du recouvrement sur la première lettre, Regan (1978) a proposé de ne présenter qu'une seule lettre à l'écran en couleur avec toujours pour consigne de nommer la couleur de la lettre sans se préoccuper de cette dernière. Ces résultats sont intéressants, car la présence de cette seule première lettre suffit pour apporter un effet de facilitation lorsque la lettre et la couleur sont congruentes (e.g. R affiché en rouge – red). Les origines de cet effet de facilitation peuvent néanmoins être phonologiques ou orthographiques, et compte tenu du matériel utilisé, cette question reste impossible à préciser. De plus, comme dans l'étude de Dalrymple-Alford (1972), il demeure impossible de déterminer l'effet de la position de la lettre dans le mot puisque cette dernière était présentée seule.

3.1.2. *Quelle(s) précaution(s) pour l'adaptation de la tâche de Stroop ?*

La tâche de Stroop (1935) est rapidement devenue une tâche avec laquelle il est possible d'étudier une multitude de phénomènes (e.g. traitement linguistique, traitement émotionnel, etc.) sous couvert de quelques modifications. Il est néanmoins pertinent de se demander s'il est effectivement possible de « tout » faire avec la tâche de Stroop sans altérer l'interprétation des résultats obtenus à l'aide de ces tâches modifiées.

Aussi, avant de présenter en détail l'adaptation proposée au sein de cette thèse, il convient de soulever les quelques précautions qui ont été prises. La tâche employée dans cette thèse, tout comme la tâche de Stroop (1935), propose aux participants des mots écrits

en couleur, dont ils doivent dénommer le nom de la couleur de l'encre (à l'oral ou à l'écrit). Néanmoins les mots présentés n'étaient pas des noms de couleurs, mais des mots ayant un lien particulier (orthographique et/ou phonologique) avec la couleur à dénommer (e.g. *auteur* présenté en orange). Ce lien particulier a été créé par la manipulation du premier graphème et/ou phonème du mot présenté et de la couleur dans laquelle il se trouve. Il convient donc à la fois de trouver une condition contrôle la plus appropriée à la comparaison des mots employés dans les conditions expérimentales et également de déterminer s'il est plus pertinent que seul le début du mot qui porte le recouvrement soit coloré ou bien tout le mot.

Comme souligné par Augustinova et al. (2016), le choix de la condition contrôle est crucial dans l'interprétation des effets de facilitations ou d'interférences observées. Un tour d'horizon de la littérature indique que les stimuli de la condition contrôle vont revêtir différentes natures : des pastilles de couleur (Stroop, 1935), des suites de symboles sans signification (Stroop, 1935), des suites de lettres identiques – e.g. XXXXX (Dalrymple-Alford & Budayr, 1966) – ou différentes – e.g. sbfym - (Klein, 1964), des mots neutres – e.g. pont (Klein, 1964) – ou congruents – e.g. bleu présenté en bleu (Dalrymple-Alford & Budayr, 1966). Pourtant, Augustinova et al. (2016) mettent en garde sur le fait que les conditions contrôles non lexicales (e.g. une suite de X) conduisent systématiquement à des temps de réaction plus courts qu'une condition contrôle lexicale (e.g. un mot neutre comme pont), ce qui entraîne un biais de lexicalité. Kinoshita et al. (2017) ont complété ces résultats en proposant la comparaison de cinq types de stimuli : des mots neutres, des pseudo-mots, des suites de lettres (e.g. HDK), des suites de symboles (e.g. #\$\$%) et enfin des suites de lettres identiques (e.g. XXX). Kinoshita et al. (2017) ont (re)trouvé le biais de lexicalité mentionné par Augustinova et al. (2016) avec des temps de réaction plus longs pour les conditions mots et pseudo-mots par rapport aux autres conditions (sans différence entre ces deux conditions). Ensuite, la condition suites de lettres avait des temps de réaction plus longs que la condition suites de symboles qui avait elle-même des temps de réaction plus longs que la condition suites de lettres identiques. De telles différences peuvent rapidement conduire à une sur-interprétation de l'effet d'interférence ou de facilitation observé surtout quand, comme dans l'article de Kinoshita et al. (2017) une différence de 70 ms est déjà observée entre la condition mots neutres et la condition suite de lettres identiques. Il est donc conseillé par Augustinova et al. (2016) de préférer une condition contrôle incluant des mots dits neutres.

Le choix de la partie colorée du mot a également une influence non négligeable sur l'apparition ou non de l'effet Stroop. Ce résultat est modulé par la nature des items. Avec une suite de lettres identiques (e.g. XXXX), l'effet Stroop est plus important lorsque le mot est coloré entièrement que lorsque seule la première lettre l'est (Danziger, Estévez & Mari-Beffa, 2002). De plus, l'effet est également plus important lorsque la première et la dernière lettre sont colorées versus la condition où seule la première lettre est colorée (Danziger et al., 2002). Avec un nom de couleur, l'interférence est au contraire plus forte quand la couleur est portée par le début du mot (Singer, Lappin & Moore, 1975) que par le milieu ou la fin du mot. Selon Singer et al. (1975), cela confirme que la première partie du mot apporte plus d'information que le reste du mot. Ils précisent également que ces informations sont apportées, quelle que soit la nature des lettres suivantes (e.g. orange ; orXXge ; oranXX). Ces résultats sont a priori incompatibles avec ceux trouvés par Bibi, Tzelgov et Henik (2000) en hébreu, où l'effet Stroop est au contraire plus fort quand la couleur est portée par un mot dont la fin est différente. Ces différences de résultats peuvent néanmoins s'expliquer, une fois encore, par le matériel utilisé. Singer et al. (1975) utilisaient des noms de couleurs tandis que Bibi et al. (2000) utilisaient des voisins orthographiques de la couleur qui divergeaient uniquement en une lettre de la couleur à dénommer. Cela peut s'expliquer plus simplement par des caractéristiques de l'orthographe des langues utilisées.

Ces différentes considérations ont été prises en compte dans la création du paradigme présenté dans la partie suivante.

3.1.3. *Adaptation de la tâche de Stroop*

À l'image de la tâche de Stroop (1935), une liste de mots a été présentée en couleur et le participant avait pour consigne de dénommer (à l'écrit ou à l'oral) le nom de la couleur tout en ignorant le mot écrit.

Afin de mettre en place la tâche, quatre couleurs ont tout d'abord été sélectionnées : jaune, orange, rouge et vert. Ces couleurs ont été sélectionnées parmi une liste proposée sur Wikipédia (cf. « liste de noms de couleurs », consultée le 15/10/2014 à 15h30) avec deux critères majeurs. Le premier critère était que le nom soit associé automatiquement par le participant à la couleur qu'il désigne (e.g. les couleurs « capucine » ou « vermillon » ont donc été rejetées), ce qui nous a permis d'isoler une première liste de dix couleurs : jaune, orange, bleu, vert, rouge, gris, noir, blanc, violet et marron. Le second

critère était que le premier phonème puisse être écrit de différentes manières en français (e.g. le son /n/, ne s'écrit qu'avec la lettre « n » en début de mot). Nous avons ainsi retenu deux couleurs, jaune et orange, qui sont les deux seules couleurs à remplir ces critères de choix. Le son /Z/ peut en effet s'écrire en début de mot avec un « j » comme dans « jeton » et avec un « g » comme dans « genre ». De la même façon, le son /o/ peut s'écrire en début de mot avec un « o » comme dans « ovale » ou encore avec « au » comme dans « auteur ». Deux couleurs n'étant pas suffisantes pour constituer cette tâche, deux couleurs supplémentaires ont été ajoutées en s'appuyant sur celles initialement proposées par Stroop (*cf.* rouge, bleu, vert, marron et violet). Les couleurs rouge et verte ont été retenues, dans le sens où il s'agissait des couleurs les plus communes (au détriment du marron ou encore du violet). Le bleu a également été écarté puisque, contrairement aux autres couleurs sélectionnées, il commençait par une structure CCV, plus complexe que les structures CV ou VC utilisées sur les couleurs expérimentales, mais également sur les mots sélectionnés que nous présenterons ci-après.

Des listes de mots, chacune associée à une des quatre couleurs, ont été constituées. Pour les couleurs expérimentales (*cf.* jaune et orange), les mots retenus avaient la particularité de partager soit le premier graphème et le premier phonème avec la couleur (e.g. jeton - /Z^ot§/ présenté en jaune - /Zon/), soit uniquement le premier phonème (e.g. genou - /Z^onu/ présenté en jaune /Zon/). Le choix de la position de la manipulation, orthographique et/ou phonologique s'est fait en accord avec la conclusion proposée par Singer et al. (1975) selon laquelle le début du mot apporte davantage d'information. De plus, nous nous sommes également appuyés pour ce choix sur les résultats proposés par Darymple-Alford (1972) et Regan (1978) avec la volonté de séparer les interprétations orthographiques et phonologiques des résultats obtenus par Regan (1978). Pour cela, le reste du mot était contrôlé de sorte qu'il ne soit pas congruent avec le nom des couleurs utilisées.

Pour la condition contrôle, comme recommandé par Augustinova et al. (2016) et sur la base des travaux de Kinoshita et al. (2017), une liste de mots neutres a été choisie, ayant une première lettre et un premier phonème différent de la couleur portée par le mot (e.g. *petit* affiché en jaune). Cela permet d'éviter une surévaluation des effets recherchés, qu'ils soient facilitateurs ou inhibiteurs. Une vérification a également été effectuée sur l'ensemble des mots non reliés afin de s'assurer qu'ils ne commencent jamais par la lettre ou le son initial d'une des couleurs que nous avons sélectionnées. Aucun de ces mots ne commençait donc par les lettres « j », « o », « r » ou « v », ni par les phonèmes /Z/, /o/, /R/ ou /v/.

Chaque mot coloré, contrairement à la tâche originale, a été présenté individuellement et non en planche. Ce choix a permis : la collecte de données pour chaque couleur produite (à l'écrit, comme à l'oral), la disparition du modèle dès le début de sa production (ce qui a permis d'éviter les pauses, au cours de l'écriture, pour aller rechercher le modèle et donc de capter des effets de lecture dans l'analyse des durées d'écriture) et enfin la production d'un ordre aléatoire différent pour chaque participant (afin d'éviter un éventuel effet d'ordre).

3.2. Matériel expérimental

3.2.1. *Stimuli*

Une liste de soixante-dix mots (Annexe 2a) a été sélectionnée sur la base de données Lexique version 3 (New, Pallier, Brysbaert, & Ferrand, 2004). Les mots retenus répondaient à un certain nombre de critères. Ces critères avaient pour objectif de rendre le matériel comparable d'une condition à l'autre afin que les effets éventuellement observés soient imputables à la manipulation que nous avons effectuée. Pour cela, nous avons sélectionné uniquement des noms ou des adjectifs et tous les stimuli des trois conditions ont été appariés en termes de longueur (4 à 6 lettres), de nombre de syllabes (1 et 2 syllabes). Une analyse de variance a été conduite afin de s'assurer que la fréquence lexicale des stimuli sélectionnés ne différaient pas entre nos trois conditions ($F < 1$).

3.2.2. *Dispositif expérimental*

La production écrite des participants était collectée à l'aide d'une tablette à digitaliser Intuos 5 sur laquelle une feuille lignée (4 colonnes et 8 lignes) était posée. À l'aide d'un ink pen, les participants étaient amenés à écrire la couleur des mots présentés. Les expériences étaient présentées à l'aide du logiciel Eye and Pen 2 (Alamargot, Chesnet, Dansac, & Ros, 2006) qui permettait l'enregistrement des données ainsi que leur traitement.

Les données issues de la production orale étaient collectées à l'aide d'une *serial response box* 200A sur laquelle était connecté un micro audio-technica ATR20. Les expériences étaient présentées à l'aide du logiciel E-prime (version professionnelle) qui permettait l'enregistrement des données.

Le matériel susmentionné était connecté à un ordinateur Dell Latitude R6500 qui servait à la fois à la collecte des données et à leur dépouillement.

3.3. Variables dépendantes

Dans le cadre de cette thèse, la production écrite et la production orale sont étudiées. Concernant l'analyse de la production écrite, deux variables dépendantes sont choisies : les temps de latence et les durées d'écriture. Pour l'analyse de la production orale, seuls les temps de latence sont analysés.

3.3.1. *Temps de latence*

Les latences en production écrite de mots isolés correspondent au temps écoulé entre l'apparition du stimulus (e.g. un mot présenté en couleur) et le moment où le participant va commencer à écrire (le moment où le stylo touche la feuille). Considéré comme le moment privilégié où se font l'analyse visuelle du stimulus (e.g. lecture, accès au concept, etc.) et la préparation de l'écriture (e.g. la récupération de l'orthographe du mot ou encore la préparation du geste moteur), cette mesure est utilisée dans de très nombreuses études. Étant sensible aux manipulations expérimentales, l'analyse des temps de latence permet de mesurer l'influence des traitements qui se déroulent en temps normal avant le début de l'écriture. L'analyse des temps de latence permet, par comparaison avec la ligne de base (*cf.* la condition contrôle) de déterminer le poids ou le niveau d'un traitement spécifique.

Les latences en production orale de mots isolés correspondent au temps écoulé entre l'apparition du stimulus (e.g. un mot lu, entendu ou vu dans le cas d'une image) et le moment où le participant commence à articuler sa réponse.

3.3.2. *Durées d'écriture pondérées*

Si elles ont longtemps été étudiées seules, les latences d'écriture ne révèlent que l'activité qui intervient avant le début de la production écrite ignorant ainsi ce qu'il se passe une fois que l'activité d'écriture est en cours. Dans cette thèse, cette première mesure est complétée avec l'analyse des durées d'écritures pondérées qui permet de rendre compte du traitement au sein de l'écriture.

Les durées d'écriture d'un mot isolé correspondent à la durée totale de production du mot. Elles commencent au moment où le participant pose son stylo pour commencer à écrire et se terminent au moment où il retire le stylo de la feuille après avoir terminé l'écriture du mot. Si les latences d'écriture sont directement comparables, il est important de pondérer les

durées d'écriture des mots produits avant toutes comparaisons. Cela permet d'éliminer toute différence imputable à un nombre de lettres différent dans les mots produits⁴⁸. Ainsi, les durées collectées sont divisées par le nombre de lettres contenues dans chaque couleur produite (5 lettres pour jaune, 6 lettres pour orange). Ainsi, les durées d'écriture pondérées sont comparables dans le sens où elles représentent la durée d'écriture moyenne d'une lettre au sein du mot produit.

L'analyse des durées d'écriture permet de détecter la présence d'un traitement au cours de la phase d'écriture. Étant une mesure globale (dans le sens où un seul temps est mesuré pour l'ensemble du mot), elle ne permet pas de localiser plus précisément le moment où est effectué un traitement comme cela était le cas avec certaines mesures présentées dans le chapitre 1 (e.g. l'analyse des durées des intervalles interlettres). Néanmoins, de telles mesures nécessitent souvent l'utilisation d'une écriture particulière (e.g. l'écriture en lettres majuscules) qui a, de manière corollaire, des effets non négligeables sur les traitements mis en jeu au cours de l'écriture (Sausset et al., 2012). L'analyse des durées d'écriture a ainsi été choisie pour privilégier l'écriture habituelle des participants et ainsi obtenir une situation d'écriture la plus écologique possible.

3.4. Analyses statistiques

3.4.1. *Choix de l'outil statistique*

En psycholinguistique, il est de rigueur de prendre en compte la variance induite par les participants et par les items. Pour cela, deux analyses de variances (ANOVA) sont généralement conduites. La première, nommée F1, prend en compte la variance relative aux participants et la seconde, nommée F2, prend en compte la variance relative aux items. Ainsi, pour que l'effet d'une variable soit dit significatif, il faut que ces deux analyses, F1 et F2, soient significatives.

L'objectif de ces deux analyses conduites en parallèle est donc la prise en compte de l'effet des participants et des items dans l'analyse de variance afin de pallier les limites imposées par le modèle statistique utilisé. Cette procédure est néanmoins infondée (elle n'est aucunement documentée) et n'est pas en accord avec les recommandations de Clark (1973). Selon cet auteur, un tel choix revient à supposer implicitement que les items sont un facteur

⁴⁸ Dans la thèse, les noms de couleur jaune (5 lettres) et orange (6 lettres) sont produits. Un mot de cinq lettres et un mot de six lettres ont forcément une durée d'écriture différente imputable au nombre de lettres contenues dans le mot, d'où l'importance de la pondération.

fixe et cela ne prend pas en compte que cet échantillon d'items est pris dans une population plus grande (Raaijmakers, Schrijnemakers, & Gremmen, 1999). Cet effet, dénommé sous les termes « *the language-as-fixed-effect fallacy* » (Clark, 1973) a pour conséquence majeure d'augmenter l'erreur de type 1 (accepter à tort l'hypothèse H1).

Le second problème majeur de ce type d'analyse est qu'il ne permet pas de prendre en compte la structure hiérarchique des données. Il n'est en effet pas rare, comme cela est le cas dans les études présentées au sein de cette thèse, que les données soient corrélées entre elles parce qu'elles ont été collectées auprès d'un même participant (*cf.* mesures répétées). Ce lien, représenté par le coefficient de corrélation intra classe – ICC (Donner & Koval, 1980), entraîne souvent un second problème qui est l'absence d'indépendance entre les données. Deux conséquences majeures découlent de cette non-prise en compte de la structure des données. Tout d'abord, cela augmente à nouveau l'apparition de l'erreur de type 1, puisque plus le coefficient de corrélation intra classe est grand, plus le taux d'erreur de type 1 augmente (Musca, Kamiejski, Nugier, Méot, Er-Rafiy & Braeur, 2011). Ensuite, la non-prise en compte de la structure hiérarchique va également entraîner des erreurs d'attribution des effets observés à un mauvais niveau (Diez-Roux, 1998 ; Snijders & Bosker, 1999).

La conséquence de ce choix serait donc un très grand risque d'erreur de type 1. Il est néanmoins possible de contourner le problème soulevé par Musca et al. (2011) à l'aide des modèles à effets mixtes. Ces modèles ont, comme cela est présenté par la suite, plusieurs avantages non négligeables.

Ils permettent tout d'abord de prendre en compte la structure hiérarchique des données. La présence de données nichées (e.g. plusieurs données récoltées auprès d'un même participant) et donc la corrélation intra classe ne pose, dans ce type de modèle statistique, aucun problème. Concrètement, un score de variance est attribué à chaque niveau impliqué dans le jeu de données employé, ce qui permet de contourner le problème soulevé par Musca et al. (2011). La présence de données nichées, ainsi que l'absence de dépendance des données sont d'ailleurs les deux conditions indispensables pour justifier l'emploi de ce type de modèle statistique.

Une autre force de ces modèles est qu'ils permettent également la prise en compte d'effets aléatoires dans le modèle statistique utilisé. Cela permet, au sein d'une seule et

même analyse, de prendre en compte la variance attribuée aux participants et aux items (Baayen, Davidson & Bates, 2008).

Ainsi, afin de prendre en compte la structure nichée des données ainsi que la dépendance des observations, les modèles à effets mixtes sont utilisés au sein de cette thèse et plus particulièrement les modèles mixtes linéaires généralisés. Ce modèle a l'avantage de permettre, contrairement au modèle linéaire de base, l'usage de n'importe quelle loi de la famille exponentielle (e.g. normale, binomiale, poisson, gamma, etc.). Il permet également de lier l'espérance de la variable réponse et la variable explicative au travers d'une fonction lien. Cette fonction, spécifiée a priori dans l'analyse des données, est définie dans cette thèse par l'usage du modèle log-linéaire (Lo & Andrews, 2015).

Ce choix s'explique par la nature des données collectées. Qu'il s'agisse des temps de réaction ou des durées d'écriture, il s'agit toujours de valeurs aléatoires réelles positives. Ce type de données s'ajuste donc avec la loi gamma qui permet de décrire des phénomènes toujours positifs se déroulant au cours du temps. Dans SPSS ce choix de distribution entraîne une transformation log, ce qui a pour conséquence, par la réduction des biais, de rendre les données plus facilement interprétables (Lane, ressource en ligne consultée le 28/05/2018 à 4h18).

3.4.2. Description de l'outil statistique

L'ensemble des analyses statistiques conduites dans cette thèse sont réalisées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Science) version 23.

Le début de chaque analyse commence par un centrage des données au niveau 1 (niveau participant) de notre modèle. Ce centrage des données est effectué sur la grande moyenne, ce qui signifie que la valeur zéro correspond dans le modèle employé à la moyenne de l'échantillon complet. Pour réaliser cela, la méthode résiduelle proposée par SPSS a été employée. Cette option de centrage, en plus de simplifier l'interprétation des données, est celle qui est habituellement retenue dans ce type d'analyse (Brault, Dion & Dupéré, 2014).

Concernant le traitement des données manquantes, il est à l'heure actuelle sujet à débat. Certains proposent de remplacer une donnée manquante par la moyenne du participant, d'autres de la supprimer. Si Buuren (2010) souligne les biais que cette méthode de suppression peut entraîner, nous avons néanmoins choisi de ne pas remplacer les données

manquantes (e.g. en raison d'une défaillance technique de l'enregistrement, une valeur extrême retirée de l'analyse, etc.).

Chaque analyse conduite comporte des effets fixes et des effets aléatoires. La plupart des études conduites comportent un effet fixe (la relation entre la couleur cible et le mot distracteur) et trois effets aléatoires (les participants, les items et la couleur écrite / dénommée par le participant). La procédure précise de chaque expérience est décrite en détail dans la suite de la thèse.

De plus, en accord avec les recommandations de Barr, Levy, Scheepers et Tily (2013) pour garder la structure de l'effet aléatoire maximale, les modèles initiaux incluaient les pentes aléatoires. Cependant, comme ces modèles ne convergeaient pas, les modèles reportés dans la thèse incluent seulement les intercepts (précisé dans le paragraphe précédent).

Chapitre 4

L'activation des codes phonologiques est-elle systématique en production écrite chez l'adulte ?

1. Introduction

Les codes phonologiques sont-ils systématiquement mobilisés en production écrite de mots isolés ? Y a-t-il des conditions à leurs mobilisations ?

En production écrite de mots isolés, deux hypothèses sont avancées pour expliquer quand les codes phonologiques sont mobilisés : l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire selon laquelle les codes phonologiques sont obligatoirement mobilisés en production écrite, et l'hypothèse de l'autonomie de l'orthographe selon laquelle les codes phonologiques ont un rôle optionnel. Comme cela a été présenté dans le Chapitre 1, un ensemble de travaux ont tenté de départager ces deux hypothèses, sans pour autant arriver à un consensus. La question de la nature de la médiation phonologique reste donc ouverte.

Dans la présente thèse, il a été choisi de délaisser les notions « obligatoire » et « optionnelle » pour caractériser la mobilisation des codes phonologiques dans l'accès aux codes orthographiques – correspondant respectivement à l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire et à l'hypothèse de l'autonomie orthographique – au profit d'une nouvelle notion : systématique. Cette notion n'avait pas pour objectif de remettre en question la présente distinction, mais permettait d'introduire l'hypothèse que la récupération des codes phonologiques pourrait se faire sous certaines conditions. Pour approcher cette question, une adaptation de la tâche de Stroop (1935) a été proposée.

Dans ce chapitre, il est suggéré que la nature de l'amorce (visuelle ou auditive) pourrait être une condition pour déterminer si les codes phonologiques peuvent être mobilisés ou non dans la récupération des codes orthographiques en production écrite de mots isolés. Cette hypothèse a été proposée sur la base des travaux de Bonin, Méot, Lagarrigue et Roux (2015) qui ont montré que la récupération des codes orthographiques pourrait différer en fonction de la nature de la tâche dans laquelle le participant était engagé. Pour tester cette hypothèse, Bonin et al. (2015) ont proposé de comparer trois tâches : une tâche de dénomination d'image, une tâche de copie sous dictée et une tâche de copie immédiate, ce qui conduisait à utiliser des stimuli imagés, auditifs et visuels. Cette comparaison a mis en lumière que les différents niveaux de traitement n'étaient pas mobilisés de la même façon dans ces différentes tâches. Bonin et al. (2015) ont observé que si les trois tâches mobilisaient les niveaux de traitement lexicaux (*cf.* système sémantique, lexique phonologique, niveau phonème, lexique orthographique, niveau graphème), seule la tâche de copie sous dictée mobilisait les composants sous-lexicaux (conversion phonème-

graphème entre les niveaux phonémiques et graphémiques). Ainsi, seule la tâche de copie sous dictée, qui impliquait des stimuli auditifs, recrutait de manière additive les codes phonologiques par la voie sous-lexicale. Ce résultat est à rapprocher de ce qui pourrait être observé dans la version « forte » de l'hypothèse de l'autonomie orthographique (cf. Chapitre 1, partie 2.2. et 4.2.2.) où l'intervention des codes phonologiques est prévue via la voie de conversion phonèmes-graphèmes (sous-lexicale).

L'objectif des expériences rapportées dans ce chapitre était donc de déterminer si les codes phonologiques étaient systématiquement mobilisés, et si ce n'était pas le cas, dans quelle(s) condition(s) les codes phonologiques étaient mobilisés en production écrite de mots isolés. Pour cela, quatre expériences ont été conduites et la nature des amorces a été manipulée : amorces visuelles (Expérience 1, 2 et 4), amorces auditives (Expérience 3).

Une tâche de Stroop modifiée par rapport au Stroop classique (Stroop, 1935) a été effectuée. Tout d'abord, le lien existant entre les mots (amorces) et la couleur à écrire était manipulé de sorte que : le premier graphème et le premier phonème soit partagés – condition orthographique et phonologique « OP » (e.g. amorce : ovale – /oval/ ; couleur de l'encre : oranger – /oR@Z/), seul le premier phonème soit partagé – condition phonologique « P » (e.g. amorce : auteur – /ot9R/ ; couleur de l'encre : orange – /oR@Z/), ni le premier graphème, ni le premier phonème ne soient partagés – condition non reliée « NR » (e.g. amorce : hiver – /ivER/ ; couleur de l'encre : orange – /oR@Z/).

Suivant les travaux de Bonin et al. (2015), deux types d'amorces ont été proposées : une amorce visuelle où le mot (e.g. ovale) était écrit au centre de l'écran en couleur (e.g. orange) et une amorce auditive où le mot était présenté au travers d'un casque audio (e.g. /oval/) tandis qu'un carré de couleur était présenté au centre de l'écran. Sur la base des résultats de Bonin et al. (2015), il était attendu que seules les amorces auditives entraîneraient la mobilisation des codes phonologiques. À l'inverse, les amorces visuelles ne devraient pas entraîner la mobilisation des codes phonologiques. La présence d'amorces auditives serait donc une condition pour que les codes phonologiques soient mobilisés.

Cette approche a également permis d'apporter de nouveaux éléments au débat existant entre les hypothèses de la médiation phonologique obligatoire et de l'autonomie orthographique. Si une différence était observée dans la mobilisation des codes phonologiques en fonction des amorces, cela indiquerait que leur mobilisation n'est pas systématique. En conséquence, les résultats apporteraient de nouveaux arguments en faveur

de l'hypothèse de l'autonomie orthographique – les codes phonologiques n'étant pas nécessaires à la récupération des codes orthographiques. À l'inverse, si la mobilisation des codes était systématique, indépendamment du type d'amorces (visuelles ou auditives), les résultats apporteraient de nouveaux arguments en faveur de la médiation phonologique obligatoire.

2. Expérience 1 : Effet d'amorces visuelles sur la mobilisation des codes phonologiques

L'objectif de cette première expérience était de déterminer si l'utilisation d'amorces visuelles entraînait la mobilisation des codes phonologiques en production écrite de mots isolés. Pour cela, les amorces ont été présentées visuellement au centre d'un écran et le participant avait pour consigne d'écrire sur une tablette à digitaliser la couleur de l'encre du mot.

Si la mobilisation des codes phonologiques était systématique, alors un effet de facilitation phonologique était attendu, quelle que soit la nature des amorces (visuelle ou auditive). Cela se traduirait par une différence significative entre la condition phonologique et la condition non reliée avec des latences et des durées d'écriture pondérées plus courtes lorsque l'amorce partageait une composante phonologique avec la cible.

Si la mobilisation des codes phonologiques n'était pas systématique, alors la nature des amorces (visuelles ou auditives) pourrait déterminer l'activation ou non des codes phonologiques. Un effet de facilitation phonologique n'était pas attendu lorsque des amorces visuelles étaient utilisées. Ainsi, aucune différence significative n'était attendue entre la condition phonologique et la condition non reliée.

De plus, si la récupération des codes orthographiques se faisait de manière autonome, un effet de facilitation orthographique devrait également être observé. Cela se traduirait par une différence significative entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique qui se traduirait par des temps de latence et des durées d'écriture pondérées plus courtes lorsque l'amorce partageait une composante orthographique avec la cible – la condition orthographique et phonologique aurait également des temps significativement plus courts que la condition non reliée. Si, à l'inverse, la récupération des codes orthographiques se faisait sous la médiation des codes phonologiques, alors aucune différence significative

ne devrait être observée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique – une différence significative était néanmoins attendue avec la condition non reliée.

2.1. Méthode

Participants. Trente étudiants (dont 27 hommes) de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits de cours. Tous les participants étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté aucune pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie). De plus, ils n'avaient aucun trouble de la vision (vision normale ou corrigée) ni pathologie liée à la vision des couleurs (e.g., daltonisme). Enfin, tous les participants étaient droitiers. La moyenne d'âge des participants était de 20,1 ans (âge min. 19 ans – âge max. 23 ans). Ils étaient informés de la méthodologie par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Quatre couleurs ont été utilisées : jaune, orange, rouge et vert. Deux d'entre elles (jaune et orange) ont été utilisées comme couleurs cibles puisque leur premier phonème pouvait être écrit de différentes façons (le /j/ de jaune peut être écrit « j » ou « g » et le /o/ d'orange peut être écrit, par exemple, « o », « au » ou « ho »). Les deux autres couleurs ont été utilisées comme fillers. Soixante-dix mots ont été sélectionnés (de la base de données Lexique 3 : New et al., 2004). Parmi ces 70 mots, 10 étaient utilisés pour la condition uniquement phonologique (P) dans laquelle seul le premier phonème de l'amorce et du nom de la couleur était identique (e.g. 'génie' /ʒeni/ affiché en JAUNE /ʒon/). Dix autres mots qui partageaient la première lettre et le premier phonème avec la couleur cible (e.g. « jéton » /ʒɛtɔ̃/ affiché en JAUNE /ʒon/) ont été utilisés pour créer la condition orthographique et phonologique (OP). Vingt mots supplémentaires dont la première lettre et le premier phonème étaient différents de la couleur (e.g. « cabane » /kaban/ affiché en JAUNE /ʒon/) ont été inclus dans la condition non reliée (NR). Trente mots supplémentaires ont été utilisés comme fillers. De plus, huit mots ont été ajoutés aux soixante-dix mots initiaux pour l'entraînement. Tous les mots ont été appariés sur leur nombre de lettres (OP : 5,4 lettres, P : 5,3 lettres, NR : 5,4 lettres), leur nombre de syllabes (OP : 1,9 syllabes ; P : 1,8 syllabes ; NR : 1,8 syllabes), la fréquence, les voisins orthographiques et phonologiques, le nombre de

phonèmes (basé sur la base de données Lexique 3 ; New et al., 2004) et la fréquence des bigrammes (basée sur la base de données Manulex-Infra ; Peereman, Lété, & Sprenger-Charolles, 2007). Une analyse préliminaire indiquait que ces mots ne différaient pas significativement sur ces dimensions. L'ensemble des mots utilisés sont listés dans l'Annexe 2a.

Dispositif expérimental. La production écrite des participants était collectée à l'aide d'une tablette à digitaliser Intuos 5 sur laquelle une feuille lignée (4 colonnes et 8 lignes) était posée. À l'aide d'un ink pen, les participants étaient amenés à écrire la couleur des mots présentés sur l'écran. Les expériences étaient présentées à l'aide du logiciel Eye and Pen 2 (Alamargot, Chesnet, Dansac, & Ros, 2006) qui permettait l'enregistrement des données ainsi que leur traitement. Le matériel susmentionné était connecté à un ordinateur Dell Latitude R6500 qui servait à la fois à la collecte des données et à leur dépouillement.

Procédure. Le participant était placé seul face à un écran et une tablette graphique. L'expérimentateur était assis à côté de lui durant la passation afin d'assurer son bon déroulement. Sur la tablette, une première feuille de trois lignes y était posée. Afin de familiariser le participant à l'utilisation de la tablette graphique, il avait tout d'abord pour consigne d'écrire son nom sur la première ligne. Une fois l'information inscrite, il avait alors pour consigne d'appuyer avec la pointe du stylo sur le carré rouge matérialisé en bas à droite de la tablette. Il lui était indiqué que cette procédure permettait de passer à la suite de l'expérience. Suivant le même modèle, il lui était alors demandé d'écrire son prénom, puis sa date de naissance.

Une fois cette première phase terminée, le participant était informé que l'expérience allait commencer. Il était alors indiqué au participant que, dans un premier temps, des noms de couleurs (e.g. jaune, orange, rouge, vert) allaient lui être présentés à l'écran en couleur et qu'il aurait simplement à écrire le nom des couleurs qu'il voyait. Pour chaque essai, une croix de fixation apparaissait au centre de l'écran. Lorsque le participant était prêt, c'est-à-dire avec la pointe du stylo placée juste au-dessus de la ligne où il allait écrire et qu'il fixait l'écran, l'expérimentateur pressait une touche pour déclencher l'essai. Un nom de couleur apparaissait alors à l'écran et le participant avait pour consigne d'écrire le nom de la couleur le plus rapidement possible. Une fois le nom écrit, le participant avait pour consigne d'appuyer dans le carré rouge situé en bas à droite de la tablette pour terminer l'essai et de

se préparer à l'essai suivant en se plaçant à nouveau en position prêt à écrire au-dessus de la ligne suivante. Afin d'éviter tout artefact dû à la relecture, le modèle affiché à l'écran disparaissait systématiquement dès le début de la copie de la couleur. Chaque couleur était, dans cette phase, présentée une fois.

Une phase d'entraînement à la tâche était ensuite proposée au participant. Il lui était indiqué que des mots (e.g. parc, banc, etc.) allaient apparaître un à un à l'écran et que chacun de ces mots serait dans l'une des couleurs qui lui avaient été présentées précédemment. Il devrait alors, pour chaque mot, écrire la couleur de l'encre du mot sans se préoccuper du mot qui portait la couleur. Chaque essai se déroulait comme indiqué précédemment. Une croix de fixation apparaissait tout d'abord au centre de l'écran. Lorsque le participant était prêt, l'expérimentateur déclenchait l'essai.

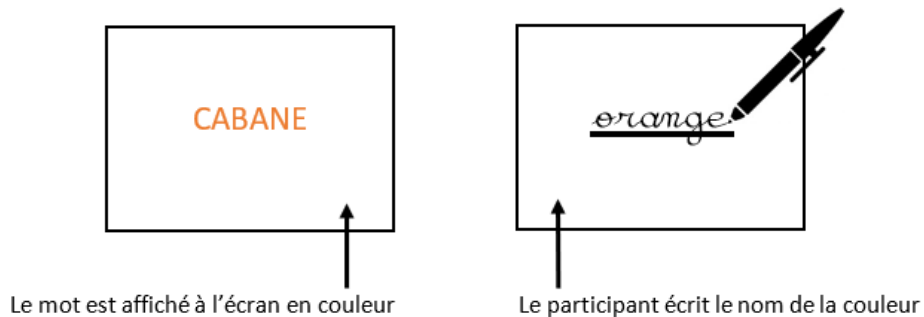


Figure 12 : Schéma de la tâche accomplie par le participant dans l'Expérience 1

Un mot écrit en couleur apparaissait alors à l'écran et le participant devait écrire le nom de la couleur de l'encre du mot le plus rapidement possible (Figure 12). Une fois ce nom écrit, le participant avait pour consigne d'appuyer dans le carré rouge situé en bas à droite de la tablette pour terminer l'essai, et de se préparer à l'essai suivant. De la même façon que précédemment, le modèle affiché à l'écran disparaissait dès le début de la copie. L'entraînement était composé de huit mots et chaque couleur était aléatoirement présentée deux fois. Lors de ces deux premières phases, une emphase particulière était placée sur la position à adopter et sur la rapidité de l'écriture afin de préparer le participant à la phase expérimentale. Dans une troisième phase, le participant réalisait la phase expérimentale. Celle-ci se déroulait exactement comme la phase d'entraînement avec, cette fois, une série de soixante-dix mots. Ces mots étaient présentés une première fois puis, après une courte

pause, une seconde fois. L'ordre de présentation était aléatoire. La durée totale de l'expérience était en moyenne de vingt à vingt-cinq minutes.

2.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques – erreurs lors de l'enregistrement des données ou lorsque le participant posait le stylo avant l'apparition du stimulus – étaient exclus de l'analyse. Les latences ainsi que les durées d'écriture issues de productions erronées – lorsque le participant écrivait la mauvaise couleur – étaient également exclues. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 écarts-types (supérieurs ou inférieurs) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Cela a conduit à exclure moins de 5% des données pour chaque analyse.

L'Expérience 1 comportait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et deux variables dépendantes, les latences (en ms) et les durées d'écriture pondérées (en ms). Les données ont été analysées à l'aide d'un modèle linéaire généralisé mixte (*cf.* Chapitre 3, partie 3.4.2.). Un effet fixe (la relation entre couleur cible et le mot amorce) et quatre effets aléatoires (participants, items, couleur produite, essais⁴⁹) ont été inclus dans l'analyse.

Analyse des latences. Les latences moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 7. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 2357) = 84,426, p < .001$. Les latences étaient ainsi significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(2357) = 2,922, p < .004$. Les latences étaient également significativement plus courtes dans la condition OP que dans la condition P, $t(2357) = 12,951, p < .001$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre la condition NR et la condition P, $t(2357) < 1$. Une facilitation orthographique est donc observée et l'information phonologique ne semble pas apporter de facilitation supplémentaire.

⁴⁹ Chacun des soixante-dix mots utilisés dans l'expérience était présenté deux fois, ces deux présentations correspondent chacune à un essai.

Tableau 7 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 1

Variables	Condition		
	NR	OP	P
Latences (SD)	1032 (211)	1026 (225)	1040 (213)
<i>Effets de facilitation</i>			
	NR - OP	NR - P	P - OP
	6 ms **	- 8 ms	14 ms ***

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement reliée ; P = Phonologiquement reliée ; NR = Non reliée.

* $p < .05$. ; ** $p < .01$. ; *** $p < .001$.

Analyse des durées d'écriture pondérées. Les durées d'écritures pondérées moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 8. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 2317) = 4,663$, $p < .01$. Les durées d'écritures pondérées étaient significativement plus longues pour la condition OP que pour la condition NR, $t(2317) = 2,611$, $p < .01$. Les durées d'écriture étaient également significativement plus longues entre la condition OP et la condition P, $t(2317) = 2,611$, $p < .01$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre la condition NR et la condition P, $t(2317) < 1$. Lorsque l'amorce partage un lien orthographique un ralentissement est donc observé.

Tableau 8 : Durées d'écriture pondérées et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 1

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Durées d'écritures (SD)	346 (58)	351 (59)	346 (59)
<i>Effets de facilitation</i>			
	NR - OP	NR - P	P - OP
	- 5ms **	0ms	- 5ms **

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

* $p < .05$. ; ** $p < .01$. ; *** $p < .001$.

2.3. Discussion

Cette expérience avait pour objectif de déterminer si les codes phonologiques étaient systématiquement mobilisés, mais également si la récupération des codes orthographiques se faisait ou non sous une médiation phonologique. Pour cela, des amorces visuelles ont été employées. Suivant l'hypothèse systématique, seule une facilitation phonologique était attendue. À l'inverse, suivant l'hypothèse non systématique, aucune facilitation phonologique n'était attendue. De plus, si les codes orthographiques étaient récupérés sans la médiation de la phonologie, alors un effet de facilitation orthographique supplémentaire était attendu par rapport à la condition phonologique.

L'analyse des latences a tout d'abord révélé un effet de facilitation induit par la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition non reliée. De plus, aucun effet de facilitation n'a été observé dans la condition phonologique par rapport à la condition non reliée. Enfin, la comparaison des deux conditions expérimentales, orthographique et phonologique et uniquement phonologique, a révélé un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique. Ces résultats indiquent qu'avec des amorces visuelles le participant s'appuie directement sur l'information orthographique pour effectuer la tâche et que l'information phonologique n'apporte pas de facilitation supplémentaire.

L'analyse des durées d'écriture pondérées a révélé des résultats inattendus. La condition orthographique et phonologique, qui apportait une facilitation sur les latences apportait ici un ralentissement sur la vitesse d'écriture en comparaison aux conditions phonologique et non reliée. À noter également qu'il n'y avait aucune différence significative entre les conditions phonologique et non reliée. Ces résultats indiquent que l'activité du participant est ralentie par l'information orthographique tandis que l'information phonologique n'apporte pas de ralentissement.

Ces résultats apportent plusieurs éléments sur le fonctionnement de l'écriture. Tout d'abord, l'absence de différence significative entre la condition phonologique et la condition non reliée indiquait que la condition phonologique n'apportait ni facilitation ni ralentissement par rapport à cette dernière. Autrement dit, si la phonologie joue un rôle dans la présente tâche, ses effets sont trop faibles pour être perçus. Cette première expérience apporte donc des arguments en faveur d'une mobilisation non systématique des codes

phonologiques en production écrite de mots isolés – la présence d'amorces visuelles n'étant pas une condition à leur activation. Ensuite, l'effet de facilitation orthographique et phonologique par rapport aux conditions phonologique et non reliée sur les latences indiquait que l'information orthographique était activée. Ce résultat est davantage en faveur de l'hypothèse de l'autonomie des codes orthographiques. Concernant l'analyse des durées d'écriture pondérées, la condition orthographique et phonologique apportait, à l'inverse, un ralentissement par rapport aux deux autres conditions. Autrement dit, si le participant débute plus rapidement l'écriture lorsqu'un lien orthographique et phonologique existe entre l'amorce et la cible, la durée de l'écriture se trouve à l'inverse plus longue.

La présence d'un lien orthographique permet ainsi une initialisation plus rapide de l'écriture. Néanmoins, il est possible que cette initialisation plus rapide bascule une partie de la préparation du mot réalisée avant le début de l'écriture pendant cette dernière, ce qui expliquerait que les durées d'écriture pondérées soient significativement plus longues lorsque l'information orthographique est partagée (résultat déjà retrouvé dans Sausset et al., 2012).

Si l'on s'intéresse de plus près aux temps de latences, on remarque globalement des latences de 1026 ms à 1040 ms. Si l'on reprend les latences obtenues par Bonin et al. (2015) dans une tâche de copie immédiate ($M = 692\text{ms}$), une différence d'environ 300 ms apparaît. Cette différence peut s'expliquer par le fait que chez Bonin et al. (2015) le mot présenté est à copier tandis que dans notre tâche, il doit être ignoré pour effectuer la dénomination de couleur. Ces 300 ms marqueraient donc l'interférence provoquée par l'utilisation du paradigme utilisé. Si l'on se réfère aux latences obtenues dans les paradigmes d'interférences images-mots classiquement utilisés dans le domaine (Bonin et al., 1997 ; Damian & Qu, 2013 ; Qu et al., 2011 ; Zhang & Damian, 2010) en langue alphabétique (français ou anglais), celles-ci oscillent entre 681 ms (Zhang & Damian, 2010) et 867 ms (Bonin et al., 1997). Seuls les résultats en mandarin rapportés par Qu et al. (2011) ainsi que par Zhang et Wang (2015) se rapprochent davantage des valeurs mesurées ici. Ceci peut provenir du fait que, dans le présent paradigme, la couleur était portée par le mot. Cela obligeait donc le participant à traiter le mot pour connaître la couleur cible. Il est donc possible que l'influence de l'amorce écrite ait été accentuée. L'effet de facilitation orthographique observé sur les latences ainsi que l'effet d'inhibition orthographique observé sur les durées d'écriture pondérées pourraient donc être la conséquence du processus impliqué dans la reconnaissance

de mot et non du seul processus d'écriture. Pour contourner ce problème, une deuxième expérience présentée ci-dessous a été conduite.

3. Expérience 2 : Effet du processus de reconnaissance de mot ou effet du processus d'écriture ?

L'objectif de la présente étude était de répliquer les résultats précédemment observés tout en diminuant l'influence de l'amorce. Pour cela, le mot et la couleur étaient dissociés. Les amorces étaient toujours présentées à l'écrit, mais en noir avec autour de chaque amorce, un carré de couleur (voir Figure 13). Le participant devait alors indiquer la couleur de ce carré.

Si le processus de reconnaissance du mot n'était pas à l'origine des effets observés dans l'Expérience 1, alors les mêmes résultats devraient être répliqués. La condition orthographique et phonologique devrait à nouveau apporter un effet de facilitation sur les temps de latence par rapport aux deux autres conditions tandis que cette même condition devrait apporter un ralentissement sur les durées d'écriture pondérées.

À l'inverse, si le processus de reconnaissance du mot était à l'origine des effets observés, ceux-ci devraient disparaître lorsque la couleur n'est plus portée par le mot lui-même. Aucune différence significative ne devrait être observée entre les conditions orthographique et phonologique et uniquement phonologique sur les latences comme sur les durées d'écriture pondérées.

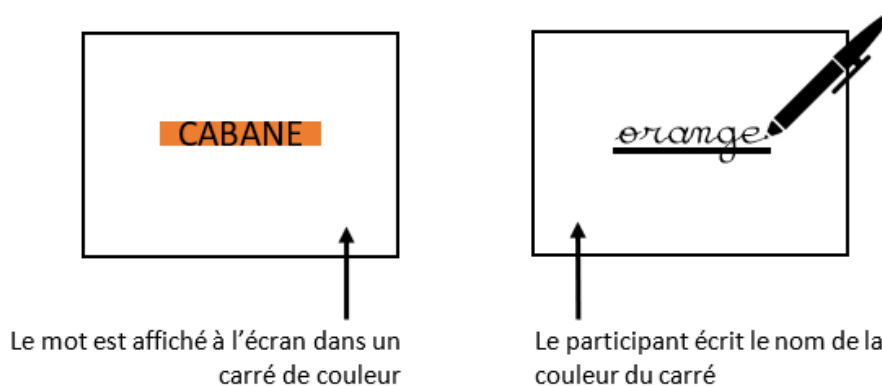


Figure 13 : Schéma illustrant la présentation des stimuli dans l'Expérience 2

3.1. Méthode

Participants. Trente et un étudiants de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits de cours. Les participants présentant une pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie) ou dans la vision des couleurs (daltonisme) ont été écartés. Les données de trente étudiants. (dont 28 femmes), âgés en moyenne de 22,6 ans (âge min. 18 ans, âge max. 43 ans) ont été incluses dans l'analyse. Ils étaient de langue maternelle française, droitiers et avaient une vision normale ou corrigée. Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Les mots et les couleurs étaient identiques à ceux utilisés dans l'Expérience 1 (cf. partie 2.1). La couleur n'était en revanche plus portée par le mot lui-même mais était placée dans un carré sur lequel le mot était inscrit en noir.

Dispositif expérimental. Le dispositif a été mis en place comme indiqué dans l'Expérience 1 (cf. partie 2.1).

Procédure. La procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 1 (cf. partie 2.1).

3.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination écrite (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 2 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et deux variables dépendantes, les latences et les durées d'écriture pondérées. L'analyse réalisée est décrite dans l'Annexe 3.

Analyse des latences. Les latences moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 9. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 2332) = 1,942, p = .144$. L'analyse des contrastes n'était donc pas pertinente. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique significatif n'est ici observé.

Tableau 9 : *Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 2*

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Latences (SD)	919 (176)	904 (181)	909 (171)
<i>Effets de facilitation</i>			
	NR - OP	NR - P	P - OP
	15 ms	10 ms	5 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

Analyse des durées d'écriture pondérées. Les durées d'écriture pondérées moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 10. À nouveau, l'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 2311) = 2,417, p = .089$. Une tendance se dessinait toutefois. Une analyse des contrastes a donc été effectuée pour tester nos hypothèses. Ces analyses indiquaient des latences significativement plus longues dans la condition OP que dans la condition NR, $t(2311) = 2,198, p = .028$. Les contrastes P vs NR et OP vs P n'étaient pas significatifs, respectivement $t(2311) < 1$, et $t(2311) = 1,335, p = .182$. Un ralentissement avec la condition orthographique est donc partiellement observé.

Tableau 10 : *Durées d'écriture pondérées et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 2*

Variables	Condition		
	NR	OP	P
Durées d'écriture (SD)	342 (55)	346 (56)	343 (57)
<i>Effets de facilitation</i>			
	NR - OP	NR - P	P - OP
	- 4 ms *	- 1 ms	- 3 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

3.3. Discussion

Cette expérience avait pour objectif de répliquer et de compléter les résultats obtenus dans l'Expérience 1 en séparant l'effet du processus de reconnaissance de mot du processus d'écriture. Pour cela, chaque amorce était présentée en noir et placée dans un carré de couleur.

Si les effets orthographiques (de facilitation sur les latences et d'inhibition sur les durées d'écriture pondérées) observés dans l'Expérience 1 avaient pour origine le processus d'écriture, alors les mêmes effets étaient attendus. À l'inverse, si les effets orthographiques observés dans l'Expérience 1 avaient pour origine le processus de reconnaissance de mot, alors ces derniers devaient disparaître.

L'analyse des temps de latence n'a révélé aucune différence significative, à l'inverse de l'Expérience 1. Les effets de facilitation de la condition orthographique et phonologique n'étaient donc pas retrouvés malgré des temps de latence inférieurs par rapport aux deux autres conditions. L'analyse des durées d'écriture pondérées ne révélait également aucune différence significative. Toutefois, la tendance observée correspond en partie aux résultats observés précédemment. La condition orthographique et phonologique allongeait les durées d'écriture pondérées par rapport à la condition non reliée. De plus, bien que la différence ne soit pas significative, la condition orthographique et phonologique avait également les durées d'écriture plus longues que la condition phonologique.

Des résultats similaires ont été rapportés par Besner, Stolz et Boutilier (1997). Au cours de deux expériences, Besner et al. (1997) ont proposé une tâche de Stroop avec des mots entièrement colorés et des mots dont seule la première lettre était colorée. Dans le cas où seule la première lettre était colorée, l'effet Stroop disparaissait. Le simple fait que le mot ne portait plus que partiellement la couleur faisait disparaître l'effet Stroop. La conclusion de ces auteurs est que, contrairement à ce qui est généralement affirmé, le mot présenté n'est pas traité automatiquement.

Les résultats obtenus dans cette expérience ont donc suggéré que le processus de reconnaissance, qui était impliqué dans l'Expérience 1, était responsable de l'effet de facilitation orthographique observé. Ce qui expliquerait que dans cette expérience où des réponses écrites étaient demandées ou dans celle de Besner et al. (1997) où les réponses étaient données par appuis de touche, les effets observés lorsque la couleur était portée par

le mot disparaissaient quand ce n'était (presque) plus le cas. Cette conclusion s'appuie néanmoins, dans cette expérience, sur une différence nulle. Il conviendrait donc de rester prudent dans le sens où le fait qu'il n'y avait pas de différence significative ne voulait pas pour autant dire qu'il y avait égalité entre les différentes conditions expérimentales⁵⁰.

Il était intéressant de noter que les temps de latence étaient globalement inférieurs dans la deuxième expérience où la couleur n'était pas portée par le mot. Cela indiquerait que l'interférence était effectivement moins importante, ce qui serait également en accord avec les résultats de Besner et al. (1997). Néanmoins, pour réaliser une telle comparaison, il conviendrait de recruter les mêmes participants pour les deux études ce qui n'a pas pu être réalisé ici.

4. Expérience 3 : Effet des amorces auditives sur la mobilisation des codes phonologiques

L'objectif de cette troisième expérience était de déterminer si l'utilisation d'amorces auditives entraînait la mobilisation des codes phonologiques en production écrite de mots isolés. Pour cela, les amorces ont été présentées auditivement dans un casque avec un carré de couleur au centre de l'écran et le participant avait pour consigne d'écrire la couleur de l'encre du mot.

Si la mobilisation des codes phonologiques était systématique, alors un effet de facilitation phonologique était attendu, quelle que soit la nature des amorces (visuelle ou auditive). Une différence significative serait observée avec des latences et des durées d'écriture pondérées plus courtes dans la condition phonologique par rapport à la condition non reliée avec des amorces visuelles et avec des amorces auditives.

Si la mobilisation des codes phonologiques n'était pas systématique, alors la nature des amorces (visuelles ou auditives) pourrait déterminer l'activation ou non des codes phonologiques. Suivant les résultats apportés par Bonin et al. (2015), un effet de facilitation phonologique était attendu lorsque les amorces auditives étaient utilisées – à l'inverse de ce

⁵⁰ Une analyse bayésienne basée sur la moyenne des sujets indiquait néanmoins un Facteur de Bayes BF01 de 2,685 sur les latences et un Facteur de Bayes BF01 de 1,158 sur les durées d'écriture pondérées, ce qui offrait un support « modéré » à l'hypothèse nulle (Jeffreys, 1961). Ce résultat était donc en faveur du rôle du processus de reconnaissance pour expliquer l'effet observé dans l'Expérience 1 et non observé dans l'Expérience 2.

qui était attendu avec des amorces visuelles. Dans ce cas, des effets similaires à ceux prédits par l'hypothèse systématique étaient attendus. Avec des amorces auditives, les résultats seraient donc identiques que l'on se place dans l'hypothèse systématique ou non systématique.

De plus, si la récupération des codes orthographiques se faisait de manière autonome, alors un effet de facilitation (supplémentaire) était attendu avec la condition orthographique et phonologique. Les latences ainsi que les durées d'écriture pondérées devraient donc être plus courtes pour la condition orthographique et phonologique que pour les conditions phonologique et non reliée. Si, à l'inverse, la récupération des codes se faisait sous la médiation phonologique obligatoire, aucune différence ne devrait être observée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique – ces conditions auraient en revanche des latences et des durées d'écriture plus courtes que dans la condition non reliée.

4.1. Méthode

Participants. Trente-deux étudiants (dont 25 femmes) de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits universitaires. La moyenne d'âge des participants était de 21 ans (âge min. 18 ans ; âge max. 62 ans). Tous les participants étaient de langue maternelle française, droitiers et n'avaient reporté ni pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie), ni pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 (*cf.* partie 2.1). La couleur était, en revanche, portée par un carré qui était affiché à l'écran tandis que le mot était présenté auditivement dans des écouteurs (Figure 14). Tous les items mots ont été lus par une femme de langue maternelle française dans une salle insonorisée et enregistrés avec un dictaphone numérique professionnel. Les enregistrements ont été normalisés et édités à l'aide du logiciel Audacity.

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 (cf. partie 2.1). Un casque a été ajouté afin de présenter auditivement les mots aux participants.

Procédure. La procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 1 (cf. partie 2.1).

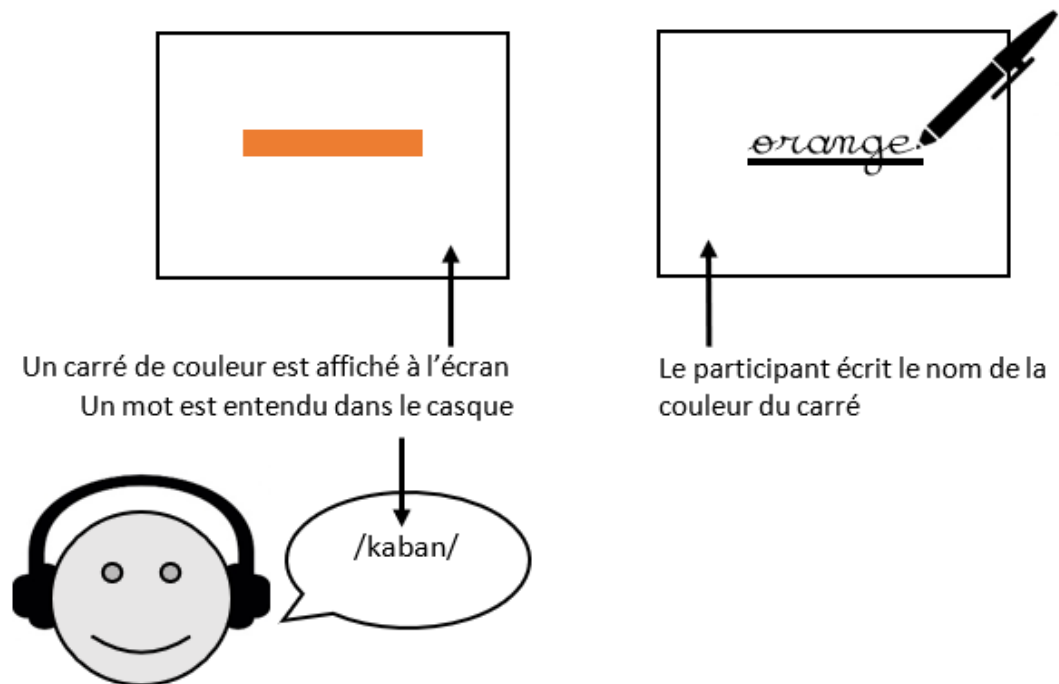


Figure 14 : Schéma illustrant le protocole de l'Expérience 3

4.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination écrite (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 3 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et deux variables dépendantes, les latences et les durées d'écriture pondérées. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Analyse des latences. Les latences moyennes en fonction des conditions sont présentées dans le Tableau 11. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 2404) = 30,150, p < .001$. Les latences étaient ainsi significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(2404) = 7,574, p < .001$. Les latences étaient également significativement plus courtes entre la condition P et la condition NR, $t(2404) = 2,788, p < .01$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre la condition OP et la condition P, $t(2404) < 1$. Un effet de facilitation phonologique est donc observé.

Tableau 11 : *Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 3*

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Latences (SD)	873 (179)	864 (183)	859 (177)
<i>Effets de facilitation</i>			
	NR - OP	NR - P	P - OP
	9 ms ***	14 ms **	- 5 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.
* $p < .05$. ; ** $p < .01$. ; *** $p < .001$.

Analyse des durées d'écriture pondérées. Les durées d'écritures pondérées moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 12. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 2354) < 1$. L'analyse des contrastes n'était donc pas pertinente. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est donc observé.

Tableau 12 : *Durées d'écriture pondérées et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 3*

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Durées d'écriture (SD)	360 (52)	358 (52)	359 (52)
<i>Effets de facilitation</i>			
	NR - OP	NR - P	P - OP
	2 ms	1 ms	1 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

4.3. Discussion

Cette expérience avait pour objectif de déterminer à la fois si les codes phonologiques étaient systématiquement mobilisés et si la récupération des codes orthographiques se faisait ou non sous une médiation phonologique. Pour cela, des amorces auditives ont été utilisées. Dans cette expérience, une facilitation phonologique était attendue (que l'on soit dans l'hypothèse systématique ou non). De plus, si les codes orthographiques étaient récupérés avec une médiation phonologique, alors aucune différence ne devrait être observée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique. À l'inverse, si les codes orthographiques étaient récupérés sans médiation phonologique, alors une facilitation orthographique supplémentaire était attendue par rapport à la condition phonologique.

L'analyse des latences a tout d'abord révélé un effet de facilitation de la condition phonologique par rapport à la condition non reliée. Ce résultat était prévu quelle que soit l'hypothèse : systématique ou non systématique. Un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique a également été observé par rapport à la condition non reliée. Enfin, aucune différence significative entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique n'a été trouvée. Ces résultats sont donc en faveur d'une médiation phonologique, puisque la présence d'une information orthographique dans la condition orthographique et phonologique n'apporte pas de facilitation supplémentaire par rapport à la condition phonologique.

Avec des amorces auditives, l'information orthographique n'est pas (ou très peu) mobilisée tandis que l'information phonologique l'est. À l'inverse avec des amorces visuelles, comme dans l'Expérience 1, l'information phonologique n'est pas (ou très peu) mobilisée tandis que l'information orthographique l'est. Ces résultats indiquent que non seulement la mobilisation des codes phonologiques n'est pas systématique, mais que la nature de l'amorce – visuelle ou auditive – détermine quels sont les codes mobilisés. La nature des amorces semble également déterminer la présence ou non d'une médiation par les codes phonologiques : avec des amorces visuelles, les codes orthographiques sont directement récupérés tandis qu'avec des amorces auditives les codes orthographiques sont récupérés par la médiation des codes phonologiques.

L'analyse des durées d'écriture pondérées n'a révélé aucun résultat significatif. Ainsi, à l'inverse de l'Expérience 1 où la condition orthographique et phonologique apportait

un ralentissement par rapport aux deux autres conditions, ici la manipulation de la présence d'information orthographique et/ou phonologique n'avait aucun effet significatif sur les durées d'écriture pondérées. Il est donc possible que les traitements soient ici réalisés pendant la latence.

Ces résultats indiquent plusieurs éléments sur le fonctionnement du système cognitif du rédacteur. Tout d'abord, la présence d'une différence significative entre la condition phonologique et la condition non reliée indiquait que la condition phonologique apportait une facilitation par rapport à cette dernière. Un effet de facilitation similaire était retrouvé avec une différence significative entre les conditions orthographique et phonologique, et non reliées. Ces deux effets de facilitations, associés à une absence de différence significative entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique indique que les codes phonologiques sont mobilisés lors de la préparation de l'écriture lorsque les amorces sont présentées auditivement.

5. Expérience 4 : Effet de facilitation orthographique ou effet de facilitation orthographique et phonologique ?

Une limite importante des résultats précédents était que dans les trois expériences menées jusqu'ici, en raison de contraintes linguistiques propres au français, une condition uniquement orthographique n'avait pu être proposée. Avec la couleur jaune, il n'était en effet pas possible de trouver un mot commençant par la lettre « j » sans faire le son /Z/. En conséquence, si l'effet de la phonologie avait pu être isolé, cela n'avait pas été le cas pour l'effet orthographique. Ainsi, si l'effet phonologique observé dans l'Expérience 3 était observé même lorsque seuls les codes phonologiques étaient partagés, ce n'était pas le cas pour l'orthographe. L'effet observé dans l'Expérience 1 provenait en effet d'une condition associant les codes orthographiques et phonologiques. Il était donc possible d'envisager que l'effet observé dans l'Expérience 1 n'était pas uniquement orthographique, mais orthographique ET phonologique. Autrement dit, c'est l'association de ces deux codes qui serait responsable de l'effet observé.

Dans cette Expérience 4, seule la couleur orange a été gardée afin de créer une condition uniquement orthographique. Il était en effet possible de trouver des mots qui commençaient par la lettre « o » sans qu'elle ne soit prononcée (e.g. oiseau) – et également

par le son /o/ sans utiliser la lettre « o » (e.g. auteur), comme cela avait déjà été réalisé dans l'Expérience 1. Quatre conditions ont ainsi été proposées : une condition orthographique, où seule la première lettre était partagée (e.g. amorce : ours – /uRs/ ; couleur : oranger – /oR@Z/) ; une condition phonologique, où seul le premier phonème était partagé (e.g. amorce : auteur ; couleur : orange – /oR@Z/) ; une condition orthographique et phonologique, où la première lettre et le premier phonème étaient partagés (e.g. amorce : ovale ; couleur : orange – /oR@Z/) et une condition non reliée, où ni la première lettre, ni le premier phonème n'était partagé (e.g. amorce : cabane ; couleur : orange – /oR@Z/). Le matériel a été décrit précisément par la suite dans la partie méthode.

En premier lieu, la réplication des résultats observés dans l'Expérience 1 était attendue. Un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique était donc prévu avec des temps de latence plus courts que dans les conditions phonologique et non reliée. De plus, un ralentissement avec la condition orthographique et phonologique était également prévu avec des durées d'écriture pondérées plus longues que dans les conditions phonologique et non reliée.

Si l'activation des codes orthographiques était à l'origine des effets observés dans l'Expérience 1, la condition orthographique devrait également contribuer à l'apparition de cet effet. En conséquence, la condition orthographique devrait apporter également un effet de facilitation au moins similaire à la condition orthographique et phonologique sur les latences par rapport aux conditions phonologique et non reliée (aucune différence n'était attendue avec la condition orthographique et phonologique). Un effet d'inhibition similaire à la condition orthographique et phonologique était également attendu sur les durées d'écriture pondérées par rapport aux conditions phonologique et non reliée (aucune différence n'était attendue à nouveau avec la condition orthographique et phonologique).

Si, à l'inverse, c'était le recouvrement orthographique et phonologique qui était à l'origine de l'effet observé, alors la condition orthographique devrait entraîner des latences plus longues que la condition orthographique et phonologique. Les conditions phonologique et non reliée devraient également entraîner des latences plus longues que la condition orthographique et phonologique. Aucune différence n'était donc attendue entre les conditions orthographique, phonologique et non reliée. Concernant les durées d'écritures pondérées, la condition orthographique devrait apporter des temps plus courts que la condition orthographique et phonologique. Les conditions phonologique et non reliée devraient également entraîner des durées d'écriture pondérées plus courtes que la condition

orthographique et phonologique. Aucune différence n'était alors attendue entre les conditions orthographique, phonologique et non reliée.

5.1. Méthode

Participants. Trente étudiants (dont 28 femmes) de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits de cours. Tous les participants étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté aucun diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie). De plus, il n'avait aucun trouble de la vision (vision normale ou corrigée) ni pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). Enfin, l'ensemble des participants étaient droitiers. La moyenne d'âge des participants était de 19,6 ans (âge min. 17 ans ; âge max. 23 ans). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Afin de créer cette tâche, les quatre couleurs précédemment sélectionnées ont été reprises : jaune, orange, rouge et vert. La couleur orange étant la seule à offrir la possibilité de créer une condition uniquement orthographique, et donc avoir un mot commençant par la lettre « o » sans pour autant faire le son /o/ (e.g. oiseau), elle a été utilisée pour créer quarante items expérimentaux. Quatre conditions ont ainsi été créées. Une condition orthographique et phonologique, où la première lettre et le premier phonème étaient partagés entre le mot et la couleur (e.g. ovale - /oval/ - écrit en oranger - /oR@Z/ -). Une condition uniquement phonologique, où le premier phonème était partagé entre le mot et la couleur mais avec une première lettre différente (e.g. audio - /odjo/ - écrit en orange - /oR@Z/ -). Une condition uniquement orthographique, où la première lettre était partagée entre le mot et la couleur mais avec un premier phonème différent (e.g. oiseau - /wazo/ - écrit en oranger - /oR@Z/ -). Et enfin une condition non reliée, où la première lettre et le premier phonème n'étaient pas partagés entre le mot et la couleur (e.g. lapin - /lap5/ - écrit en orange - /oR@Z/). Les trois autres couleurs (cf. rouge, vert, jaune) ont, elles, été utilisées pour créer des fillers. Pour cela, 54 mots ont été utilisés. Trente correspondaient à ceux utilisés dans la condition expérimentale, items non reliés exclus. Vingt-quatre items supplémentaires ont été sélectionnés avec pour critère de ne partager ni le premier phonème ni la première lettre avec l'une des quatre couleurs utilisées.

Quatre-vingt-quatorze mots ont ainsi été sélectionnés (Annexe 2b) sur la base de données Lexique version 3 (New et al., 2004). Les mots retenus répondaient à un certain nombre de critères fixés en amont. Ces critères avaient pour objectif de rendre le matériel comparable d'une condition à l'autre afin que les effets éventuellement observés soient imputables à la manipulation effectuée. Pour cela, seuls des noms ou des adjectifs avaient été sélectionnés et ils étaient contrôlés en termes de longueur (OP : 5,8 lettres ; O : 5,2 lettres ; P : 5,8 lettres ; NR : 5,2 lettres), de nombre de syllabes (OP : 2,1 syllabes ; O : 1,5 syllabes ; P : 1,8 syllabes ; NR : 1,6 syllabes) et de fréquence. Les conditions avaient été comparées deux à deux afin de s'assurer d'une absence de différence significative entre elles. Cette analyse ne révélait aucune différence significative ($F < 1$).

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 (cf. partie 2.1).

Procédure. La procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 1 (cf. partie 2.1).

5.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination écrite (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 4 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et deux variables dépendantes, les latences et les durées d'écriture pondérées. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Analyse des latences. Les latences moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 13. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(3, 2293) < 1$. L'analyse des contrastes n'était donc pas pertinente. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est donc observé.

Tableau 13 : *Latences et effets de facilitation (en ms) dans les quatre conditions pour l'Expérience 4*

Variables	Conditions			
	NR	OP	O	P
Latences (SD)	913 (166)	911 (181)	921 (181)	923 (169)
<i>Effets de facilitation</i>				
	NR - OP	NR - O		NR - P
	2 ms	- 8 ms		- 10 ms
	OP - O	OP - P		O - P
	- 8 ms	- 12 ms		- 2 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

Analyse des durées d'écriture pondérées. Les durées d'écriture pondérées moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 14. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(3, 2367) < 1$. L'analyse des contrastes n'était donc pas pertinente. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est donc observé.

Tableau 14 : *Durées d'écriture pondérées et effets de facilitation (en ms) dans les quatre conditions pour l'Expérience 4*

Variables	Conditions			
	NR	OP	O	P
Durées d'écriture (SD)	407 (62)	408 (63)	408 (63)	407 (62)
<i>Effets de facilitation</i>				
	NR - OP	NR - O		NR - P
	- 1 ms	- 1 ms		0 ms
	OP - O	OP - P		O - P
	0 ms	1 ms		1 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

5.3. Discussion

Cette expérience avait pour objectif de préciser l'origine de l'effet orthographique observé dans l'Expérience 1. Pour cela, le matériel employé dans cette expérience a été

modifié afin de permettre la création d'une condition uniquement orthographique. Ainsi, les mêmes résultats que l'Expérience 1 étaient tout d'abord attendus concernant les conditions orthographique et phonologique, uniquement phonologique et non reliée. Autrement dit, un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique par rapport aux conditions phonologique et non reliée était attendu sur les temps de latence. De même, un effet d'inhibition de la condition orthographique et phonologique par rapport aux conditions phonologique et non reliée devrait être observé sur les durées d'écriture pondérées.

Concernant la condition uniquement orthographique, deux hypothèses concurrentes ont été posées. Si l'orthographe était à l'origine des effets observés dans l'Expérience 1, alors la condition orthographique devrait également entraîner un effet de facilitation sur les temps de réaction et un effet d'inhibition sur les durées d'écriture pondérées. Autrement dit, le même pattern de résultats que la condition orthographique et phonologique était attendu pour la condition orthographique. Si, à l'inverse, c'était le recouvrement orthographique et phonologique qui était à l'origine des effets observés dans l'Expérience 1, alors la condition orthographique ne devrait pas apporter d'effet particulier sur les temps de latence et les durées d'écriture pondérés par rapport aux conditions phonologique et non reliée.

L'analyse des temps de latence n'apportait aucun résultat significatif. L'analyse des durées pondérées n'a également révélé aucune différence significative. Compte tenu de l'absence de résultat significatif sur les deux variables (latences et durées d'écriture pondérées), il était impossible de conclure en faveur d'une des deux hypothèses proposées. Il demeurait néanmoins nécessaire de chercher à expliquer pourquoi ce nouveau matériel échouait à répliquer l'effet de facilitation orthographique qui était observé dans l'Expérience 1.

Afin de créer une condition uniquement orthographique, il n'avait été possible d'utiliser qu'une seule couleur expérimentale, l'orange. Ainsi, pour maintenir une puissance statistique suffisante tout en cherchant à ne pas allonger la durée de la tâche pour éviter la baisse de motivation des participants, quarante items ont été présentés en orange contre seulement dix-neuf en jaune, rouge et vert. Dans l'Expérience 1, à l'inverse, l'équilibre entre les différentes couleurs avait été respecté et chaque couleur était vue un nombre de fois identique. Il était donc possible que cette asymétrie, avec une apparition de la couleur expérimentale plus fréquente que les couleurs fillers, ait attiré l'attention des participants et ait influencé la façon dont cette couleur était traitée (malgré une apparition aléatoire des

couleurs). Un équilibre dans la fréquence d'apparition des couleurs est sans doute souhaitable pour obtenir l'effet de l'Expérience 1.

6. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était à la fois de déterminer si les codes phonologiques étaient systématiquement mobilisés en production écrite de mots isolés et s'il existait des conditions pour leur mobilisation. Pour répondre à ces deux questions, quatre expériences ont été conduites.

Dans ce chapitre, suivant les travaux de Bonin et al. (2015) il a tout d'abord été proposé que la nature de l'amorce – visuelle ou auditive – pourrait déterminer si les codes phonologiques étaient mobilisés. Deux hypothèses concurrentes avaient été posées. Suivant l'hypothèse systématique, les codes phonologiques étaient toujours mobilisés indépendamment de la nature de l'amorce (visuelle ou auditive). À l'inverse, avec l'hypothèse non systématique, les codes phonologiques n'étaient mobilisés que lorsque des amorces auditives étaient utilisées. Deux expériences ont pour cela été conduites, l'Expérience 1 où les amorces étaient présentées visuellement et l'Expérience 3 où les amorces étaient présentées auditivement. L'analyse des latences a révélé que les codes phonologiques étaient effectivement mobilisés uniquement dans l'Expérience 3 où des amorces auditives ont été utilisées. L'analyse des durées d'écriture pondérées ne révélait en revanche aucun effet de la phonologie avec des amorces visuelles ou auditives. Cela semble indiquer que la nature des amorces détermine avant tout la vitesse avec laquelle l'écriture du mot est initialisée.

Les Expériences 1 et 3 avaient également pour objectif d'apporter des éléments de réponse concernant le débat qui subsistait au sujet des hypothèses de la médiation phonologique obligatoire et de l'autonomie de l'orthographe. La mobilisation non systématique des codes phonologiques, discutée dans le paragraphe précédent, était un premier argument en faveur de l'autonomie de l'orthographe. En effet, si la médiation phonologique était obligatoire, alors les codes phonologiques seraient toujours mobilisés, quelle que soit la nature des amorces. De plus, la présence d'une facilitation orthographique ainsi que l'absence d'une facilitation phonologique dans l'Expérience 1 est un second argument qui indiquait que les codes orthographiques pouvaient être récupérés sans

nécessairement mobiliser les codes phonologiques au préalable. L'ensemble de ces résultats plaide donc en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique.

Les Expériences 2 et 4 avaient pour objectif de préciser l'origine des effets de facilitation observés dans l'Expérience 1. L'Expérience 2 avait permis de préciser que l'effet de facilitation orthographique observé dans l'Expérience 1 avait pour origine le processus de reconnaissance visuelle de mot. L'Expérience 4 n'a en revanche pas permis de préciser si l'effet de facilitation orthographique était de nature uniquement orthographique ou bien orthographique et phonologique.

Cette différence de résultats entre les Expériences 1 et 3 permet ainsi de conclure tout d'abord sur la nature de la médiation phonologique, qui semble davantage optionnelle. Elle permet également de conclure que le système cognitif de l'écriture n'a pas qu'une seule façon d'accéder à l'orthographe. En fonction de la nature des amorces (visuelle ou auditive), d'une façon similaire aux résultats obtenus par Bonin et al. (2015), la phonologie ne joue pas le même rôle en production écrite. Ainsi, lorsqu'une tâche implique des amorces visuelles, les codes phonologiques ne sont pas (ou peu) activés tandis que lorsque la tâche implique des amorces auditives, les codes phonologiques sont activés.

Dans le chapitre suivant, il a été proposé que les processus cognitifs impliqués dans l'écriture pouvaient mobiliser les codes phonologiques avec des amorces visuelles si une facilitation était apportée à la phonologie.

Chapitre 5

The title 'Chapitre 5' is rendered in a highly decorative, calligraphic black font. The word 'Chapitre' is written in a cursive style, with the 'C' being particularly large and ornate. The number '5' is also stylized. The text is embellished with delicate black line art of a vine with small leaves and berries, a small bird perched on the top of the 'C', and a butterfly near the 'i'.

*Le processus phonologique est-il adaptable au
contexte de la tâche ?*

1. Introduction

Le processus phonologique est-il adaptable au contexte de la tâche et, si tel est le cas, quelles sont les conditions à leur mobilisation ?

Dans le chapitre précédent, il a tout d'abord été montré que l'activation des codes phonologiques n'était pas systématique. Les codes phonologiques ne semblaient être mobilisés que dans une condition particulière. Une tâche de dénomination de couleurs avec des amorces visuelles, puis avec des amorces auditives a été réalisée. Les résultats obtenus indiquaient que seule la tâche avec des amorces auditives mobilisait les codes phonologiques à l'écrit. La récupération des codes phonologiques semble donc dépendre de la nature des amorces.

Toutefois, les codes phonologiques peuvent-ils être activés sans changer la nature des amorces ? Sausset et al. (2012, 2013) ont montré que la coordination des processus d'écriture pouvait être faite de différentes façons lors du traitement des syllabes d'un mot. Ces auteurs ont montré que lorsque la contrainte motrice était faible, par exemple dans le cas de l'écriture en minuscules, l'ensemble des syllabes composant le mot à écrire étaient entièrement traitées avant le début de l'écriture. À l'inverse, quand la contrainte motrice était forte, comme c'est le cas dans l'écriture en majuscules, chaque syllabe était traitée juste avant d'être produite. Cette recherche est une des rares à avoir proposé la notion d'adaptabilité⁵¹ pour indiquer que le traitement en production écrite peut être modifié par une contrainte imposée sur les traitements périphériques.

Sur la base des résultats obtenus par Sausset et al. (2012, 2013), la question qui s'est posée dans cette partie était de savoir si les codes phonologiques pouvaient être mobilisés dans une tâche qui à l'origine ne les mobilisait pas lorsque leur activation était facilitée. Pour répondre à cette question, la méthode utilisée dans l'Expérience 1 a paru être la plus pertinente en raison des résultats obtenus. Dans cette expérience, la récupération des codes orthographiques semblait se faire de façon autonome sans intervention (ou avec une intervention moindre) de la phonologie. Si une facilitation phonologique est observée en présence d'une facilitation supplémentaire accordée aux codes phonologiques dans les expériences présentées ci-dessous, cela indiquerait que les codes phonologiques ont bien été activés en réponse à la facilitation supplémentaire qui a été apportée. Cet effet serait donc

⁵¹ Dans leur article, les auteurs utilisent le terme « flexibilité », pour plus de transparence il a été choisi de le traduire dans cette thèse sous le terme adaptabilité.

directement attribuable à la manipulation expérimentale. Trois expériences (Expériences 5, 6 et 7) ont été réalisées pour tenter d'observer une adaptation dans la mobilisation des codes phonologiques. Les Expériences 5 et 6 ont porté sur l'adulte tandis que l'Expérience 7 a été réalisée chez les enfants.

L'Expérience 5 avait pour finalité de déterminer si, lorsqu'une durée supplémentaire était ajoutée pour le traitement de l'amorce, les codes phonologiques pouvaient être activés en production écrite. Pour tester cette hypothèse, l'amorce était présentée un peu en amont de la couleur (300 ms avant ou 150 ms avant). Dans l'Expérience 6, une activation supplémentaire était ajoutée pour les codes phonologiques. Afin de créer cette activation supplémentaire, une tâche de dénomination orale a été ajoutée avant la tâche d'écriture. L'hypothèse testée était que les codes phonologiques seraient activés par la tâche de dénomination orale et qu'ils pourraient être utilisés lors de la tâche d'écriture réalisée juste après. Enfin l'Expérience 7 s'intéressait aux modifications du système d'écriture au cours de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture au travers de l'influence du niveau scolaire : les enfants en « début de scolarité » devraient récupérer l'orthographe sous une médiation phonologique obligatoire tandis que les enfants plus avancés dans leur scolarité devraient, à l'inverse, récupérer l'orthographe de manière autonome, sans intervention de la phonologie.

Le premier objectif de ce chapitre est donc tout d'abord de déterminer si le processus phonologique peut, chez l'adulte, s'adapter lorsqu'une facilitation supplémentaire est apportée (Expérience 5 et 6). Le second objectif de ce chapitre est de spécifier le rôle des codes phonologiques en production écrite de mots isolés chez l'enfant au cours de l'apprentissage de la littératie.

2. Le traitement du langage en production écrite chez l'adulte peut-il être modifié lorsqu'une facilitation supplémentaire est donnée à la phonologie ?

2.1. Expérience 5 : Effet de la présence d'une durée supplémentaire accordée au traitement des amorces sur la mobilisation des codes phonologiques

L'objectif de cette expérience était de déterminer si, lorsqu'une durée supplémentaire est donnée aux codes phonologiques, ces derniers pouvaient être activés en production écrite dans une tâche qui ne les mobilisait pas à l'origine. Pour cela, deux SOA négatifs ont été utilisés à -150 ms et à -300 ms. En psycholinguistique, cette technique a régulièrement été employée afin de déterminer la temporalité des processus mobilisés dans une activité. Néanmoins, aucun consensus ne semble exister sur les durées de SOA : la durée de décalage varie d'une recherche à l'autre. Concernant les recherches qui ont été menées sur la question du rôle de la phonologie en production écrite, les études ont majoritairement utilisé un SOA positif (Bonin et al., 1997 ; Bonin et al., 1998 ; Qu et al., 2015 ; Qu et al., 2011 ; Zhang & Damian, 2010). À notre connaissance, seules deux études ont employé des SOA négatifs : Zhang et Wang (2015) avec un SOA de -100 ms ainsi que Damian et Qu (2013) avec des SOA de -300 et -150 ms. Compte tenu de la plus grande proximité de la méthode utilisée dans la présente expérience avec celle employée par Damian et Qu (2013), les mêmes SOA ont été utilisés.

La méthode utilisée étant similaire à celle employée dans l'Expérience 1, les résultats de cette expérience devraient être répliqués avec un SOA de 0 ms. Un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique était ainsi prévu sur les latences par rapport aux conditions phonologique et non reliée. À l'inverse, un effet d'inhibition de la condition orthographique et phonologique était prévu sur les durées d'écriture pondérées par rapport aux conditions phonologique et non reliée.

Concernant les SOA négatifs utilisés (-150 ms et -300 ms), trois hypothèses, résumées dans le Tableau 15 ci-dessous, ont été posées.

Premièrement, si une durée supplémentaire permettait seulement l'activation des codes phonologiques, une facilitation de la condition orthographique et phonologique et de la condition phonologique était attendue par rapport à la condition non reliée sur les latences – puisque ces deux conditions portaient toutes deux une information phonologique.

Deuxièmement, si un temps supplémentaire permettait seulement l'activation des codes orthographiques, une facilitation de la condition orthographique et phonologique était attendue par rapport aux conditions phonologique et non reliée. Troisièmement, si un temps supplémentaire permettait l'activation des codes orthographiques et des codes phonologiques, alors des latences plus courtes étaient attendues dans la condition orthographique et phonologique et dans la condition phonologique par rapport à la condition non reliée. De plus, des latences plus courtes étaient également attendues dans la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique.

Tableau 15 : *Tableau récapitulatif des hypothèses de l'Expérience 6*

Activation des codes...	<i>Effets de facilitation sur les latences</i>		
	OP - NR	P - NR	OP - P
Orthographiques	OP < NR *	n.s.	OP < P *
Phonologiques	OP < NR *	P < NR *	n.s.
Orthographiques et Phonologiques	OP < NR *	P < NR *	OP < P *
	<i>Effets de facilitation sur les durées d'écriture pondérées</i>		
Orthographiques	OP > NR *	n.s.	OP > P *
Phonologiques	n.s.	n.s.	n.s.
Orthographiques et Phonologiques	OP < NR *	P < NR *	OP < P *

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.
* indique les différences significatives précédées du sens attendu ; n.s. indique les différences non significatives.

2.1.1. Méthode

Participants. Trente étudiants (dont 15 femmes) de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits de cours. Tous les participants étaient de langue maternelle française, droitiers et n'avaient reporté aucun diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie). De plus, aucun ne présentait de trouble de la vision (vision normale ou corrigée) ou pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). La moyenne d'âge des participants était de 20,7 ans (âge min. : 19 ans, âge max. : 29 ans). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de

consentement fourni en début d'expérience et ils savaient qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui de l'Expérience 1 (voir Chapitre 4, partie 2.1).

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 (voir Chapitre 4, partie 2.1).

Procédure. La procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 1. Deux *Stimuli Onset Asynchrony* (SOA) négatifs ont été ajoutés à -300 ms, à -150 ms ainsi qu'un SOA neutre à 0 ms. Le mot était donc présenté soit un peu en amont de la couleur (SOA = 300 ms ; -150 ms), soit en même temps que la couleur (SOA = 0 ms) comme c'était le cas dans l'Expérience 1. Les SOA étaient présentés par blocs et l'ordre de passage était aléatoire par participant. La procédure se déroulait comme suit (Figure 15).

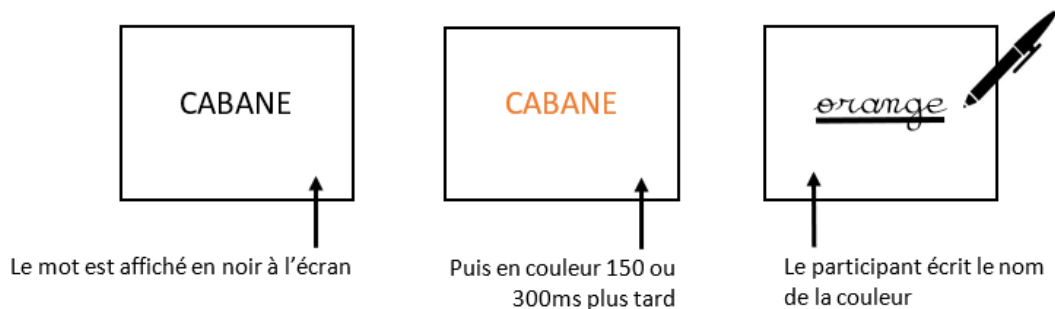


Figure 15 : Schéma illustrant la passation de l'expérience 5

2.1.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination écrite (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 5 contenait deux variables indépendantes, la relation entre la couleur et le mot et le SOA et deux variables dépendantes, les latences et les durées d'écriture pondérées. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Analyse des latences. Les latences moyennes en fonction de la condition et du SOA sont présentées dans le Tableau 16. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 3403) < 1$. L'effet principal du SOA était significatif, $F(2,3403) = 12,555, p < .001$. L'analyse des contrastes a révélé que les latences avec un SOA de 0 ms étaient significativement plus longues qu'avec un SOA de -150 ms et -300 ms, respectivement $t(3403) = 4,605, p < .001$ et $t(3403) = 4,069, p < .001$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre les SOA à -150 ms et -300 ms, $t(3403) < 1$. L'interaction entre la condition et les SOA n'était pas significative, $F(4, 3403) < 1$. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est donc observé.

Tableau 16 : *Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions en fonction du SOA pour l'Expérience 5*

		Conditions		
Variables		SOA 0ms	SOA - 150ms	SOA - 300ms
Latences (SD)	NR	882 (173)	851 (171)	854 (169)
	OP	868 (189)	857 (179)	854 (162)
	P	874 (167)	841 (169)	856 (172)
		<i>Effets de facilitation</i>		
Variables		SOA 0ms	SOA - 150ms	SOA - 300ms
NR - OP		14 ms	- 6 ms	0 ms
NR - P		8 ms	10 ms	- 2 ms
P - OP		6 ms	- 16 ms	2 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

Analyse des durées d'écriture pondérées. Les durées d'écriture pondérées moyennes en fonction de la condition et du SOA sont présentées dans le Tableau 17. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 3451) < 1$. L'effet principal du SOA était significatif, $F(2,3451) = 644,493, p < .001$. L'analyse des contrastes a révélé que les durées d'écriture pondérées avec un SOA de 0 ms étaient significativement plus courtes qu'avec un SOA de

-150 ms et -300 ms, respectivement $t(3451) = 15,123, p < .001$ et $t(3451) = 26,690, p < .001$. Une différence significative était également observée sur les durées d'écriture pondérées entre les SOA à -150 ms et -300 ms, $t(3451) = 17,702, p < .001$. L'interaction entre la condition et les SOA n'était pas significative, $F(4, 3451) < 1$. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est donc observé.

Tableau 17 : Durées d'écriture pondérées et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions en fonction du SOA pour l'Expérience 5

Variables		Conditions		
		SOA 0ms	SOA - 150ms	SOA - 300ms
Durées	NR	171 (37)	189 (37)	214 (35)
d'écritures	OP	169 (39)	189 (39)	214 (37)
(SD)	P	171 (33)	189 (37)	213 (35)
<i>Effets de facilitation</i>				
Variables		SOA 0ms	SOA - 150ms	SOA - 300ms
NR - OP		2 ms	0 ms	0 ms
NR - P		0 ms	0 ms	1 ms
P - OP		2 ms	0 ms	- 1 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

2.1.3. Discussion

L'objectif de cette expérience était de déterminer si, lorsqu'une durée supplémentaire était donnée aux codes phonologiques, ces derniers pouvaient intervenir en production écrite. Pour approcher cet objectif, trois SOA ont été utilisés : un SOA neutre à 0 ms et deux SOA négatifs à -150 ms et -300 ms. Avec un SOA neutre, une réplication des résultats de l'Expérience 1 était attendu. Avec un SOA négatif (à -300 ms et à -150 ms), trois hypothèses étaient proposées comme indiqué précédemment.

Les hypothèses reposaient sur l'analyse de l'interaction entre la condition et le SOA utilisé. Néanmoins, l'analyse des latences et des durées d'écriture pondérées n'a pas permis de conclure en faveur de l'une des hypothèses. En effet, aucune différence significative n'était observée sur l'une ou l'autre des mesures utilisées.

L'absence de résultats significatifs, et tout particulièrement l'impossibilité à reproduire les résultats de l'Expérience 1 dans la condition ayant un SOA neutre, interrogeait

en revanche la manipulation expérimentale effectuée. Dans cette étude, les trois SOA étaient présentés par bloc dans un ordre défini aléatoirement à chaque participant, en suivant les travaux précédents qui avaient appliqué cette procédure (Damian & Qu, 2013 ; Qu et al., 2011). Ce choix avait donc peu de chance d'être à l'origine de cette absence d'effet. En revanche, afin de garder une durée d'expérience d'environ trente à quarante minutes, les items n'étaient plus présentés deux fois chacun comme c'était le cas dans l'Expérience 1, mais une fois par SOA. Il est donc envisageable que la puissance statistique plus faible de la présente étude n'ait pas permis de faire ressortir les effets de l'Expérience 1.

Un effet significatif du SOA était cependant observé. Les latences étaient ainsi significativement plus longues pour le SOA neutre (0 ms) que pour les deux SOA négatifs (-150 ms et -300 ms) tandis qu'aucune différence n'était observée entre les deux SOA négatifs. Sur les durées d'écriture, plus l'amorce était présentée tôt, plus les durées d'écriture pondérées étaient longues. Ainsi, les durées d'écriture pondérées étaient significativement plus longues dans les deux conditions avec un SOA négatif que dans la condition SOA neutre. De plus, les durées d'écriture pondérées étaient plus longues avec un SOA négatif de -300 ms que de -150 ms.

Cet effet était particulièrement intéressant puisque des latences plus longues étaient trouvées avec un SOA neutre alors que les durées d'écritures étaient les plus courtes. À l'inverse, les SOA négatifs avaient des temps de latence plus courts avec des durées d'écriture plus longues. Ces résultats étaient à rapprocher de ceux obtenus par Sausset et al. (2012) qui ont montré que plus la contrainte graphomotrice était importante, plus le traitement du mot était segmenté. Dans cette expérience, bien qu'il n'y ait pas eu d'impact sur la mobilisation des différents codes orthographiques et/ou phonologiques, cela indiquait toutefois qu'il était possible que la coordination des traitements soit différente selon les SOA utilisés. Ainsi, avec un SOA neutre, le traitement du mot semble être fait en amont, avant le début de l'écriture, tandis qu'avec un SOA négatif le traitement du mot semble avoir continué après le début de l'écriture. Bien évidemment, cette expérience n'ayant pas été conçue pour tester directement cette hypothèse, il conviendrait de reproduire le présent résultat dans une étude ayant cet objectif avec les manipulations expérimentales adaptées.

2.2. Expérience 6 : Effet de la présence d'une activation supplémentaire des codes phonologiques sur leur mobilisation

L'objectif de cette expérience était de déterminer si, lorsqu'une activation supplémentaire était donnée aux codes phonologiques, ces derniers pouvaient être activés en production écrite dans une tâche qui ne les mobilisait pas à l'origine. Pour cela, une tâche de dénomination orale a été ajoutée avant la tâche de dénomination écrite. L'hypothèse était que la tâche de dénomination orale passée en premier permettrait l'activation des codes phonologiques et que les codes phonologiques resteraient activés pendant la tâche d'écriture qui est réalisée subséquemment.

Si la préactivation des codes phonologiques influençait la façon dont les codes orthographiques étaient récupérés, alors l'ajout d'une tâche de dénomination orale avant la tâche écrite devrait modifier la façon dont le système cognitif de l'écriture accédait aux codes orthographiques. Concrètement, cela devrait se traduire par un effet de facilitation phonologique sur les latences, avec des latences plus courtes pour la condition orthographique et phonologique, et pour la condition phonologique qui portaient toutes deux une information phonologique par rapport à la condition non reliée.

En revanche, si la préactivation des codes phonologiques n'exerçait aucune influence sur la façon dont les codes orthographiques étaient récupérés, alors l'ajout d'une tâche de dénomination orale avant la tâche d'écriture ne devrait pas modifier la façon dont les codes orthographiques sont récupérés. Concrètement, des résultats identiques à ceux obtenus dans l'Expérience 1 étaient attendus. Un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique était ainsi prévu sur les latences par rapport aux conditions phonologique et non reliée. À l'inverse, un effet d'inhibition de la condition orthographique et phonologique était attendu sur les durées d'écriture pondérées par rapport aux conditions phonologique et non reliée.

2.2.1. Méthode

Participants. Sur les trente-six étudiants (31 femmes, 5 hommes) de l'Université de Poitiers recrutés pour l'expérience en échange de crédits universitaires, trois d'entre eux (3 femmes) ont été écartés car présentant une pathologie du langage (dyslexie). Trente-trois participants (dont 28 femmes) ont été inclus dans l'analyse des données. Tous étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté aucun diagnostic de pathologie du langage

(dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie), aucun trouble de la vision, ni pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). Enfin, l'ensemble des participants étaient droitiers. La moyenne d'âge des participants était de 20,2 ans (âge min. 18 ans ; âge max. 29 ans). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et ils savaient qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 (cf. Chapitre 4, partie 2.1). De plus, le matériel utilisé dans la tâche de dénomination orale et la tâche de dénomination écrite était identique.

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 pour les données produites à l'écrit (cf. Chapitre 4, partie 2.1). Un micro audio-technica ATR20 connecté à une *serial response box* 200A était ajouté pour la tâche de dénomination orale. Les stimuli étaient alors présentés à l'aide du logiciel E-prime (version professionnelle).

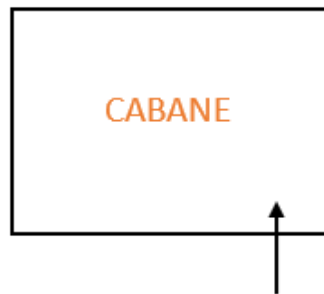
Procédure. Le participant était placé seul face à un écran. Le participant réalisait deux tâches : une tâche de dénomination orale suivie d'une tâche de dénomination écrite (Figure 16). Afin de préactiver les codes phonologiques, la tâche de dénomination orale était passée en premier.

La tâche de dénomination orale se déroulait comme décrite par la suite. Le participant était placé face à un écran, avec un micro posé devant lui à 15 cm. L'expérimentateur était assis à côté de lui durant la passation afin d'assurer son bon déroulement. Avant de débiter l'expérience, l'âge et le sexe du participant étaient notés. Il était ensuite indiqué que, dans un premier temps, des noms de couleurs (jaune, orange, rouge, vert) allaient lui être présentés à l'écran en couleur et qu'il avait simplement à prononcer le nom des couleurs qu'il voyait. Chaque essai débutait par une croix de fixation et se terminait lorsque le participant prononçait le nom de la couleur. Le mot affiché à l'écran disparaissait dès que le participant commençait la prononciation de la couleur afin d'éviter qu'il ne continue de traiter le mot. Chaque couleur était, dans cette phase, présentée une fois. Il était ensuite indiqué au participant que des mots (e.g. parc, banc, etc.) allaient apparaître un à un à l'écran et que chacun de ces mots était écrit dans l'une des couleurs qui lui avaient été présentées

précédemment. Il devait alors, pour chaque mot, prononcer la couleur de l'encre du mot sans se préoccuper du mot qui portait la couleur. Chaque essai se déroulait comme indiqué précédemment. Une croix de fixation apparaissait tout d'abord au centre de l'écran. Lorsque le participant fixait l'écran, l'expérimentateur pressait une touche pour déclencher l'essai. Un mot écrit en couleur apparaissait alors à l'écran et le participant avait pour consigne de prononcer le nom de la couleur de l'encre du mot le plus rapidement possible. De la même façon que précédemment, le modèle affiché à l'écran disparaissait dès le début de la prononciation. L'entraînement était composé de huit mots et chaque couleur était aléatoirement présentée deux fois. Dans une troisième phase, le participant réalisait la même tâche, mais cette fois avec soixante-dix mots.

Tout de suite après, une tâche de dénomination écrite identique à celle de l'Expérience 1 était réalisée. La durée totale de l'expérience était en moyenne de trente minutes.

Phase 1 : tâche de dénomination orale

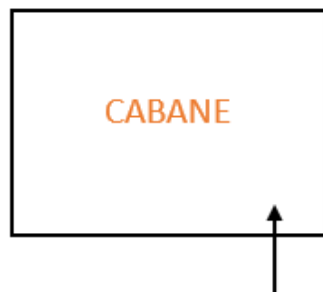


Le mot est affiché à l'écran en couleur

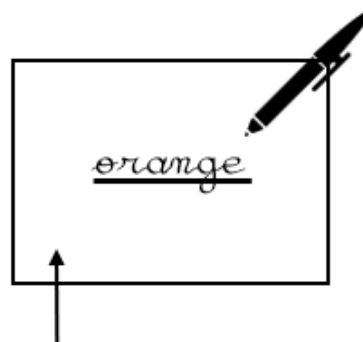


Le participant prononce le nom de la couleur

Phase 2 : tâche de dénomination écrite



Le mot est affiché à l'écran en couleur



Le participant écrit le nom de la couleur

Figure 16 : Schéma de la tâche accomplie par le participant dans l'Expérience 6

2.2.2. *Résultats*

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination écrite (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 6 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et deux variables dépendantes, les latences et les durées d'écriture pondérées. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Analyse des latences. Les latences moyennes en fonction de la condition sont indiquées dans le Tableau 18. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 2699) = 52,892, p < .001$. Les latences étaient ainsi significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(2699) = 10,230, p < .001$. Les latences étaient également significativement plus courtes entre la condition OP et la condition P, $t(2699) = 3,441, p < .001$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre la condition P et la condition NR, $t(2699) < 1$. Une facilitation orthographique est donc observée.

Tableau 18 : *Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 6*

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Latences (SD)	993 (183)	978 (193)	990 (196)
	<i>Effets de facilitation</i>		
	NR - OP	NR - P	P - OP
	15 ms ***	3 ms	12 ms ***

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

* $p < .05$. ; ** $p < .01$. ; *** $p < .001$.

Analyse des durées d'écriture pondérées. Les durées d'écritures pondérées moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 19. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 2686) < 1$. L'analyse des contrastes n'était donc pas pertinente. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est donc observé.

Tableau 19 : Durées d'écriture pondérées et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 6

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Durées d'écriture (SD)	338 (63)	339 (64)	337 (62)
	<i>Effets de facilitation</i>		
	NR - OP	NR - P	P - OP
	- 1 ms	1 ms	- 2 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

2.2.3. Discussion

L'objectif de cette étude était de déterminer si, lorsque les codes phonologiques étaient préactivés à l'aide d'une tâche dite « contexte », la récupération des codes orthographiques pouvait se faire par le biais d'une médiation phonologique.

Si la préactivation des codes phonologiques avait une influence sur la façon dont les codes orthographiques étaient récupérés, alors l'ajout d'une tâche de dénomination orale avant la tâche écrite devait modifier la façon dont le système accède aux codes orthographiques. Si la préactivation des codes phonologiques n'avait aucune influence sur la façon dont les codes orthographiques étaient récupérés, alors l'ajout d'une tâche de dénomination orale avant la tâche écrite ne devait pas modifier la façon dont le système accède aux codes orthographiques.

L'analyse des latences a révélé des résultats identiques à ceux observés dans l'Expérience 1. Les latences étaient significativement plus courtes dans la condition orthographique et phonologique que dans les conditions phonologique et non reliée. De plus, aucune différence n'a été observée entre les conditions phonologique et non reliée. Concernant l'analyse des durées d'écriture pondérées, aucune différence significative n'a été retrouvée. Les résultats de l'Expérience 1 ne sont donc pas répliqués pour cette variable.

Ainsi, même en ayant préactivé les codes phonologiques, la récupération des codes orthographiques semble toujours se faire de manière autonome. Cela suggère que le contexte

n'a pas une influence suffisante pour changer la façon dont les codes orthographiques sont récupérés.

En revanche, il est surprenant de constater que seule une partie des résultats de l'Expérience 1 était répliquée. Un effet de facilitation orthographique a été répliqué sur les latences, ce qui semblait indiquer une récupération plus rapide de l'orthographe lorsque l'amorce portait cette information. Néanmoins, l'effet d'inhibition orthographique qui a été observé sur les durées d'écriture pondérées de l'Expérience 1 n'a pas été retrouvé dans la présente étude. L'explication la plus simple serait que cet effet est fragile et par conséquent difficile à répliquer. Cela reste cependant très peu satisfaisant d'autant que cette hypothèse est très difficile à tester.

Une autre explication peut être proposée en lien avec le temps moyen mis pour réaliser la tâche dans les deux expériences. En moyenne, les latences étaient de 1032 ms pour l'Expérience 1 contre seulement 987 ms pour l'Expérience 6, soit 45 ms de différence. Le même constat pouvait être fait sur les durées d'écriture pondérées, avec en moyenne 347 ms pour l'Expérience 1 contre seulement 338 ms pour l'Expérience 6, soit 9 ms de différence. Il était possible d'envisager que si la récupération des codes orthographiques était toujours autonome, la tâche contexte ajoutée dans l'Expérience 6 permettait tout de même d'amorcer la préparation de l'écriture. Cette préparation se traduirait par des temps de latences et durées d'écriture pondérées plus courtes et pourrait expliquer pourquoi l'effet d'inhibition orthographique observé dans l'Expérience 1 sur les durées d'écriture pondérées disparaissait dans l'Expérience 6. S'agissant de participants différents dans ces deux études, il convient tout de même de rester prudent avant d'avancer de telles conclusions. Il est en effet simplement possible que ces différences soient le fruit de différences interindividuelles, sans aucun lien avec les tâches proposées aux participants. Il conviendrait donc de réaliser à nouveau ces deux études (1 et 6) en intra-individuel.

3. Expérience 7 : Le niveau d'acquisition de la littératie peut-il modifier la façon dont les codes orthographiques sont récupérés chez l'enfant ?

L'objectif de la présente expérience était de tester si un éventuel basculement se faisait d'une médiation phonologique obligatoire vers une autonomie de l'orthographe au cours de l'apprentissage de la littératie. Il était en effet possible que le niveau d'apprentissage

de la littératie déterminerait la manière dont les codes orthographiques étaient récupérés à l'écrit. Bien que les hypothèses de la médiation phonologique obligatoire et de l'autonomie orthographique n'aient jamais été questionnées chez l'enfant, de nombreux travaux (e.g. Share, 1995, 1999 ; Ziegler et al., 2014) ont souligné l'importance de la phonologie en début d'apprentissage de l'orthographe et de la lecture. Il était donc pertinent de se demander si le rôle de la phonologie, qui est à cette période plus important, ne permettait pas la mise en place d'une médiation phonologique de nature obligatoire. La nature obligatoire de la médiation phonologique serait déterminée par le fait que la phonologie constituerait le seul lien existant entre un mot et son orthographe en début d'apprentissage, l'accès aux codes orthographiques ne pourrait donc se faire que par cette voie.

Par la suite, avec l'apprentissage du langage écrit, il était possible d'envisager sur la base des travaux réalisés dans cette thèse chez l'adulte et sur la base des travaux de Ziegler et al. (2014) ainsi que Kandel et Perret (2015) qu'un nouveau lien, plus direct, se formait entre le sens d'un mot et son orthographe, ce qui marquerait le début d'une médiation phonologique optionnelle. Ziegler et al. (2013) ont indiqué que la phonologie a une influence identique du CP au CM2 dans l'apprentissage de la lecture tandis que l'influence de l'orthographe s'amplifie au fur et à mesure de la montée en âge de l'enfant. De plus, Kandel et Perret (2015) ont indiqué que la coordination des traitements changeait au cours de l'apprentissage de l'écriture. Dans la copie des mots (réguliers et irréguliers) réalisée par des enfants âgés de 8 ans, 9 ans et 10 ans, l'irrégularité du mot était ainsi traitée avant et pendant la copie du mot pour les enfants de 8 et 9 ans tandis que les enfants de 10 ans la traitaient entièrement avant le début de la copie. Il était alors possible d'envisager un basculement progressif d'une médiation phonologique obligatoire des codes orthographiques vers une médiation davantage optionnelle à mesure que l'enfant maîtrisait davantage l'orthographe.

Le niveau d'acquisition de la littératie serait ainsi un marqueur permettant de situer le passage d'une médiation phonologique obligatoire en début d'acquisition vers une autonomie de l'orthographe au cours de l'acquisition. L'objectif de l'expérience présentée ci-dessous était de situer le ou les niveau.x scolaire.s où l'enfant passait d'un fonctionnement à l'autre. Pour atteindre cet objectif, trois groupes d'enfants scolarisés en CM2, en 5^{ème} et en 3^{ème} ont été recrutés. Le choix de ces niveaux s'est fait sur un double critère : avoir des enfants ayant suffisamment automatisé la reconnaissance des mots et le geste d'écriture.

L'automatisation de la reconnaissance des mots était le premier critère dans la sélection des niveaux scolaires afin que l'enfant ait la possibilité de traiter suffisamment rapidement à la fois le mot présenté à l'écran et la couleur. Schiller (1966) a indiqué que les interférences de type Stroop étaient très dépendantes du niveau de pratique. L'effet était donc moins important en CP qu'en CE1 par exemple. L'interférence de type Stroop requiert donc un niveau de pratique suffisant pour être présent. Une maîtrise suffisante pouvait être caractérisée par l'automatisation de la lecture. Ziegler et Grainger (consulté en ligne le 29 août 2018), l'ont définie sur trois critères : un traitement orthographique efficace, un décodage performant et enfin un traitement morphologique précoce et rapide. À l'école, le décodage est travaillé dès le CP pour permettre à l'enfant de commencer à lire avec la phonologie. C'est au travers de ce décodage qu'il apprend progressivement l'orthographe des mots. Enfin, le traitement morphologique est en général travaillé explicitement à partir du CE2. Aussi, tout comme l'écriture, les composants de bases de la lecture sont considérés comme appris à la fin du CE2 et acquis en CM2 (on ne demande plus aux enfants de lire des textes à voix haute en classe pour évaluer leurs difficultés de lecture).

L'automatisation de l'écriture était le second critère dans la sélection des niveaux scolaires. Comme indiqué par Fayol et Miret (2005), un lien non négligeable existe entre l'automatisation de l'écriture et la gestion de l'orthographe. Les performances orthographiques de deux groupes d'enfants de CE2 (âgé de 8 ans et 4 mois) ont été comparées. Un groupe avait un faible niveau dans la maîtrise du geste graphique de l'écriture tandis que l'autre avait un bon niveau dans la maîtrise du geste graphique. Chaque groupe effectuait la même dictée de mots. Fayol et Miret (2005) ont observé que les performances des enfants ayant un bon niveau étaient meilleures (12,32 mots en moyenne) que celles des enfants ayant un faible niveau (8,63 mots en moyenne). Cette classe d'âge avait été choisie par les auteurs puisqu'il s'agissait, selon eux, d'un niveau où les enfants « ont acquis une relative maîtrise de la graphie et de l'orthographe ». Dans le programme scolaire, il s'agit d'ailleurs du dernier niveau où la maîtrise graphique est travaillée en classe. Dès le CM1, la maîtrise du geste graphique est considérée comme acquise par l'enseignant et à partir du CM2 il est attendu de l'enfant une maîtrise⁵² du geste de l'écriture. Berninger et

⁵² Cette affirmation est toutefois à nuancer puisque plusieurs recherches ont indiqué que la fluence de l'écriture continuait d'évoluer après cet âge (10 ans en CM2). La vitesse d'écriture continuait de croître entre la 6^{ème} et la 3^{ème} en passant de 84 mots copiés en moyenne par minute en 6^{ème} à 117 mots copiés en moyenne en 3^{ème} (Graham et al., 1998). De plus, la réalisation des traits à l'intérieur des lettres et la liaison des traits dans l'écriture cursive continuaient de se développer chez les enfants âgés de 8 à 12 ans (Meulenbroek & Van Galen, 1989).

Swanson (1994) ont également souligné l'importance critique du processus de transcription dans le développement de tous les processus d'écriture (e.g. planification) en production de texte. Berninger (1999) a ainsi indiqué que la contribution des compétences de transcription était beaucoup plus évidente au cours des premières années (CP au CE2) tandis que, progressivement, cette contribution est moins importante au fur et à mesure de l'avancée en niveau avec une séparation entre un niveau qu'elle décrit comme intermédiaire (CM1 à la 6^{ème}) et un niveau plus avancé (de la 5^{ème} à la 3^{ème}). L'automatisation semblait ainsi commencer en fin d'école primaire, début de collège.

Sur la base de ces travaux, des enfants de CM2 ont tout d'abord été recrutés en raison d'une maîtrise suffisante du geste graphique ainsi qu'une reconnaissance des mots suffisamment fluide. Cette maîtrise suffisante permettait de restreindre les effets de la maîtrise graphique du geste d'écriture sur le niveau orthographique de l'élève tout en permettant d'analyser la survenue ou non des effets attendus. Des enfants de 5^{ème} et de 3^{ème} ont également été recrutés en raison d'une très bonne maîtrise du geste graphique. Ces deux niveaux ont également été choisis sur la base des résultats obtenus par Graham, Berninger, Weintraub et Schafer (1998) qui ont relevé que la vitesse de l'écriture continuait à augmenter entre ces deux niveaux pourtant déjà avancés. Les enfants de 5^{ème} produisaient en moyenne 99 mots par minute contre 117 pour les 3^{èmes}. Cette maîtrise suffisante devrait permettre d'observer les effets de facilitation orthographique recherchés (et donc de l'apparition d'un début d'autonomie pour l'orthographe) dès la 5^{ème}, autonomie qui devrait être achevée en 3^{ème}.

Si la production écrite des enfants se faisait suivant l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire, alors un effet de facilitation de la condition phonologique sur la condition non reliée était attendu sur les latences. Aucune différence ne devrait donc être observée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique, qui portaient toutes les deux une information phonologique. Un résultat similaire était attendu sur les durées d'écriture pondérées. À l'inverse, si la production écrite des enfants se faisait suivant l'hypothèse d'autonomie des codes orthographiques, alors des résultats similaires à ceux observés chez l'adulte (Expérience 1) étaient attendus. Cela devrait se traduire par un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique sur la condition non reliée. De plus, une différence significative devrait être observée en faveur de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique – puisque cette première est la seule à porter une information orthographique. À l'inverse, un

effet d'inhibition de la condition orthographique et phonologique sur les conditions phonologique et non reliée était attendu sur les durées d'écriture pondérées.

3.1. Méthode

Participants. Quatre-vingt-treize enfants scolarisés en primaire en classe de CM2 (39 enfants : 22 filles ; 17 garçons) ou au collège en classe de 5^{ème} (30 enfants : 17 filles ; 13 garçons) et en classe de 3^{ème} (24 enfants : 15 filles ; 9 garçons) ont été recrutés pour l'expérience. Sur ces quatre-vingt-treize enfants, neuf d'entre eux (5 enfants de CM2 – dont 3 filles ; 4 enfants de 5^{ème} – dont 2 filles) présentaient une pathologie du langage (dyslexie ou dyspraxie), ils ont donc été écartés des analyses. Les quatre-vingt-quatre enfants restants étaient de langue maternelle française, n'avaient pas d'avance (saut d'une ou plusieurs classe.s) ou de retard (redoublement) et n'avaient eu aucun diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie). De plus, ils n'avaient aucun trouble de la vision (vision normale ou corrigée), ni pathologie liée à la vision des couleurs (*cf.* daltonisme). Enfin, l'ensemble des participants étaient droitiers. La moyenne d'âge des participants était de 10,3 ans en CM2 (âge min. 9 ans ; âge max. 12 ans), 11,8 ans en 5^{ème} (âge min. 11 ans ; âge max. 13 ans) et 14 ans en 3^{ème} (âge min. 13 ans ; âge max. 15 ans). Les parents ou tuteurs légaux de l'enfant étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire d'autorisation parentale qui autorisait l'enfant à passer l'expérience. L'enfant était informé dès le début de l'expérience qu'il pourrait arrêter à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 (*cf.* Chapitre 4, partie 2.1). En revanche, afin de réduire le temps de passation, seuls les items portant les couleurs jaune et orange étaient présentés. La fréquence⁵³ de l'ensemble des mots présentés a été contrôlée sur eManulex (Lété, Sprenger-Charolles & Colé, 2004 ; Ortega, & Lété, 2010) en incluant tous les niveaux (du CP au CM2) – OP : 48,34 ; P : 51,60 ; NR : 54,33. L'analyse de la fréquence ne révèle aucune différence significative.

⁵³ L'indice de fréquence utilisé correspond à l'Index de Fréquence Standard (SFI). Dans cet index, un SFI de 50 (qui correspond en moyenne aux mots utilisés dans l'expérience) indique que les mots sont en moyenne rencontrés une fois tous les 100 000 mille mots.

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 1 (cf. Chapitre 4, partie 2.1).

Procédure. La procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 1 (cf. Chapitre 4, partie 2.1). La durée de l'expérience était en moyenne de vingt à trente minutes selon le niveau scolaire des enfants.

3.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination écrite (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 7 contenait deux variables indépendantes, la relation entre la couleur et le mot et le niveau scolaire et deux variables dépendantes, les latences et les durées d'écriture pondérées. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Analyse des latences. Les latences moyennes en fonction de la condition et du niveau scolaire sont présentées dans le Tableau 20. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 6148) < 1$. L'effet principal du niveau scolaire était significatif, $F(2, 6148) = 20,039, p < .001$. L'analyse des contrastes a ainsi révélé que les latences des CM2 étaient significativement plus longues que celles des 5^{ème} et des 3^{ème}, respectivement $t(6148) = 3,448, p < .001$ et $t(6148) = 6,316, p < .001$. De plus, une différence significative était observée également sur les temps de latence entre les enfants de 5^{ème} et les enfants de 3^{ème}, $t(6148) = 2,747, p < .01$. L'interaction entre la condition et le niveau scolaire n'était pas significative, $F(4, 6148) < 1$. Un effet de facilitation du niveau scolaire est donc observé. En revanche, aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est observé aux différents niveaux scolaires.

Tableau 20 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions en fonction du niveau scolaire pour l'Expérience 7

Variables		Conditions		
		CM2	5 ^{ème}	3 ^{ème}
Latences (SD)	NR	1318 (334)	1160 (248)	1029 (213)
	OP	1313 (332)	1159 (256)	1042 (231)
	P	1327 (343)	1142 (230)	1033 (210)
<i>Effets de facilitation</i>				
Variables		CM2	5 ^{ème}	3 ^{ème}
NR - OP		5 ms	1 ms	- 13 ms
NR - P		- 9 ms	18 ms	- 4 ms
P - OP		14 ms	- 17 ms	- 9 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

Analyse des durées d'écriture pondérées. Les durées d'écritures pondérées moyennes en fonction de la condition et du niveau scolaire sont présentées dans le Tableau 21. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 6185) < 1$. L'effet principal du niveau scolaire était significatif, $F(2, 6185) = 10,787, p < .001$. L'analyse des contrastes indiquait que les durées d'écriture pondérées étaient significativement plus courtes pour les enfants de 3^{ème} que pour les enfants de 5^{ème} et de CM2, respectivement $t(6185) = 3,112, p < .01$ et $t(6185) = 4,592, p < .001$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre les enfants de CM2 et les enfants de 5^{ème}, $t(6185) = 3,448, p = .194$. L'interaction entre la condition et le niveau scolaire n'était pas significative, $F(4, 6185) = 1,025, p = .393$. Un effet de facilitation du niveau scolaire est donc observé. En revanche, aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est observé aux différents niveaux scolaires.

Tableau 21 : Durées d'écriture pondérées et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions en fonction du niveau scolaire pour l'Expérience 7

Variables		Conditions		
		CM2	5 ^{ème}	3 ^{ème}
Durées	NR	577 (121)	537 (120)	459 (91)
d'écritures	OP	578 (117)	542 (122)	458 (87)
(SD)	P	574 (118)	541 (118)	461 (92)
<i>Effets de facilitation</i>				
Variables		CM2	5 ^{ème}	3 ^{ème}
NR - OP		- 1 ms	- 5 ms	1 ms
NR - P		3 ms	- 4 ms	- 2 ms
P - OP		- 4 ms	- 1 ms	3 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

3.3. Discussion

L'objectif de la présente expérience était de tester un éventuel basculement au cours de l'apprentissage de la littératie d'une médiation phonologique obligatoire vers une autonomie de l'orthographe. Pour tester cette hypothèse, trois groupes d'enfants scolarisés en CM2, en 5^{ème} et en 3^{ème} ont participé à l'étude. Chez les enfants ayant un plus faible niveau de littératie (CM2), il était attendu que la médiation phonologique soit obligatoire. Dans ce cas, un effet de facilitation de la condition phonologique (et de la condition orthographique et phonologique qui portait également l'information phonologique) sur la condition non reliée était attendu sur les latences. Aucune différence n'était attendue entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique. De plus, des résultats similaires étaient attendus sur les durées d'écritures pondérées. Chez les enfants ayant un niveau avancé dans l'acquisition de la littératie (5^{ème} ; 3^{ème}), il était attendu que la médiation phonologique soit optionnelle. Autrement dit, l'autonomie des codes orthographiques commence à se mettre en place. Dans ce cas, des résultats similaires à l'adulte (*cf.* Expérience 1) étaient prévus. Un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique par rapport aux conditions phonologique et non reliée était attendu sur les latences. De plus, un effet d'inhibition de la condition orthographique et phonologique par rapport aux conditions phonologique et non reliée était attendu sur les durées d'écriture pondérées.

L'interaction entre le niveau scolaire et la relation existant entre la couleur et le mot n'était pas significative, que ce soit sur les latences ou sur les durées d'écriture pondérées. Il n'a donc pas été possible de conclure en faveur de l'une des deux hypothèses précédemment présentées. Il convenait toutefois de chercher à expliquer pourquoi aucun résultat n'avait pu être observé.

Une première explication pouvait venir du paradigme employé. S'il avait effectivement permis d'observer les effets présentés dans les Expériences 1 à 6 chez l'adulte, peut-être n'était-il pas adapté à un public plus jeune et en cours d'apprentissage. Tout d'abord, il était important d'indiquer que l'ensemble des items provenait directement de ceux qui avaient été sélectionnés pour les études menées chez l'adulte. Ce choix a été fait en raison de la difficulté initialement rencontrée à construire le matériel. Néanmoins, afin d'éviter tout biais imputable aux stimuli, tous avaient été recontrôlés sur eManulex (tous niveaux confondus) en termes de fréquence. Le nombre de couleurs présentées dans la tâche a en revanche été réduit afin de garder un temps de passation raisonnable, en adéquation avec les capacités de concentration des enfants de cet âge. Ainsi, seules les couleurs expérimentales (jaune et orange) avaient été gardées. Il était donc possible que l'absence de diversité dans les couleurs présentées ait entraîné chez le participant une suractivation des deux noms de couleurs à force d'être produits, gommant ainsi les différences qui auraient pu être observées entre les différentes conditions (orthographique et phonologique, phonologique et non reliée). La présence de quatre couleurs minimums, à l'image de l'Expérience 1, était peut-être nécessaire pour utiliser cette méthode avec des enfants.

Les études menées chez les enfants obligeaient également davantage à prendre garde à une trop grande hétérogénéité dans un même groupe d'enfant. Pour cela, les enfants recrutés ont tous passé l'expérience dans une période de l'année la plus courte possible. L'ensemble des 5^{ème} et 3^{ème} ont ainsi tous passé entre le mois de janvier et le mois de février tandis que les enfants de CM2 étaient tous passés sur deux semaines durant le mois d'avril. De plus, l'ensemble des enfants représentant un niveau était recruté au sein d'un même établissement (à l'exception des CM2 qui ont été recrutés dans deux écoles différentes en raison d'un trop petit nombre d'élèves présents dans les deux établissements) afin d'éviter une trop grande hétérogénéité de niveau en termes d'apprentissages effectués / non effectués. Malgré cela, il était possible, surtout dans les niveaux les plus bas, que le basculement recherché ne soit par exemple pas présent chez tous les enfants, ce qui expliquerait l'absence de résultat. Cette explication est néanmoins peu convaincante pour les enfants plus âgés,

chez qui l'hétérogénéité devrait être moins importante concernant le phénomène recherché – bien que toujours supérieure à celle rencontrée chez les adultes.

Ensuite, il est possible que contrairement au phénomène de basculement général (d'un fonctionnement vers l'autre) qui a été envisagé, celui-ci se fasse au cas par cas comme Share (1995) l'avait suggéré dans le cadre de son hypothèse d'auto-apprentissage. Dans ce cas, l'approche employée ne permettrait pas de révéler un tel processus et requerrait, par exemple, des stimuli divisés en plusieurs groupes : fréquent, peu fréquent / régulier, irrégulier. En début d'apprentissage de l'écriture, seuls les mots fréquents et réguliers verraient leur orthographe récupérée de façon autonome. L'orthographe des mots peu fréquents et/ou irréguliers serait à l'inverse récupérée par une médiation des codes phonologiques. Enfin, à un niveau plus avancé, l'orthographe de tous les stimuli pourrait être récupérée directement, sans la médiation des codes phonologiques. Une approche basée sur l'utilisation de mots placés à différents niveaux sur la trajectoire fréquentielle de l'apprentissage pourrait également permettre de répondre à cette question.

Cette expérience amène de nouveaux arguments en faveur des résultats de Graham et al. (1998) avec la comparaison des différents niveaux scolaires. L'analyse a tout d'abord révélé que l'écriture des enfants était de plus en plus rapidement initiée avec des différences significatives dans les latences entre CM2 et 5^{ème}, CM2 et 3^{ème} ainsi que 5^{ème} et 3^{ème}. De même, l'analyse des durées d'écriture pondérées a également révélé une diminution significative du temps d'écriture qui est plus court chez les enfants de 3^{ème} que chez les enfants de 5^{ème} et les enfants de CM2 (sans différence significative entre 5^{ème} et 3^{ème}). Cette diminution progressive des temps de réaction et des durées d'écriture indiquerait que le traitement continue de s'automatiser du CM2 à la 3^{ème}.

4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de déterminer si le processus phonologique pouvait s'adapter au sein d'une même tâche et, si tel était le cas, quelles étaient les conditions à sa mobilisation ? Cette question a été abordée à la fois chez l'adulte et chez l'enfant.

Dans les Expériences 5 et 6 menées chez l'adulte une facilitation supplémentaire a, à chaque fois, été apportée à la phonologie. L'hypothèse était que cette facilitation supplémentaire pourrait entraîner une adaptation du processus phonologique avec une activation des codes phonologiques dans une tâche qui à l'origine ne les mobilisait pas. Dans

l'Expérience 5, une durée supplémentaire a été ajoutée en présentant d'abord l'amorce puis la couleur. Les codes phonologiques ne semblaient néanmoins pas activés, même lorsqu'un temps supplémentaire leur était accordé. Cette conclusion demanderait néanmoins à être confirmée puisque cette expérience n'avait pas non plus permis de répliquer les résultats observés dans l'Expérience 1 – une facilitation orthographique sur les latences et une inhibition orthographique sur les durées d'écriture pondérées – malgré une méthode identique. Dans l'Expérience 6, une activation supplémentaire a été donnée à la phonologie avec la réalisation d'une tâche de dénomination orale placée juste avant la tâche d'écriture. Cependant, à nouveau, aucune facilitation phonologique n'avait été observée. Ces deux études indiquaient que, chez l'adulte, la mobilisation des codes phonologiques ne se faisait donc pas, même lorsqu'une facilitation supplémentaire leur était apportée. Cela semble indiquer que la façon dont le système accède aux codes phonologiques ne peut pas être modifiée, même lorsque ces codes sont favorisés par l'ajout d'une facilitation supplémentaire.

Dans l'Expérience 7, menée avec des enfants, l'hypothèse était que les enfants en début d'apprentissage de l'écriture ne pourraient pas récupérer les codes orthographiques sans passer au préalable par la récupération des codes phonologiques. Les enfants plus avancés dans leur apprentissage de l'écriture pourraient en revanche accéder aux codes orthographiques sans médiation phonologique. L'Expérience 7 ne permet néanmoins pas d'apporter des éléments de réponses à cette question, de futures recherches sont donc nécessaires.

En conclusion, les expériences présentées dans ce chapitre permettent tout d'abord de déterminer que la mobilisation de la phonologie au sein du système cognitif de l'écriture de l'adulte n'est pas adaptable en réponse à une facilitation supplémentaire. Chez l'enfant, d'autres recherches sont nécessaires pour déterminer les changements – ou non – qui s'effectuent dans la récupération des codes orthographiques au cours de l'apprentissage de l'écriture.

Dans le chapitre suivant, il a été proposé que l'activation des codes orthographiques en production orale pourrait également ne pas être systématique.



Chapitre 6

L'activation des codes orthographiques est-elle systématique en production orale chez l'adulte ?

1. Introduction

L'activation des codes orthographiques est-elle systématique en production orale chez l'adulte ?

Comme cela a été présenté dans le Chapitre 2, un ensemble de travaux ont tenté de définir l'activation des codes orthographiques en production orale sans pour autant parvenir à un consensus. Tandis que plusieurs recherches suggèrent que les codes orthographiques sont activés en production orale (Damian & Bowers, 2003 ; Weekes et al., 2002 ; Zhang et al., 2009 ; Zhang & Weekes, 2009 ; Zhao et al., 2012), d'autres recherches suggèrent l'exact opposé (Alario et al., 2007 ; Damian & Bowers, 2009).

Ce qui marque néanmoins dans ces recherches est la volonté de parvenir à une réponse « universelle » qui serait valable, peu importe la tâche, ou la situation, dans laquelle est réalisée la production orale. Quelques travaux ont cependant proposé une définition de l'activation des codes orthographiques en production orale plus nuancée où l'orthographe ne serait activée que lorsqu'elle est nécessaire. Les codes orthographiques sont ainsi activés lors d'une tâche de lecture à voix haute, mais pas lors d'une tâche de dénomination d'images (Bi et al., 2009 ; Roelofs, 2006).

Sur la base de ces résultats, il a été proposé que l'activation des codes orthographiques pourrait être systématique ou non. Si l'activation des codes orthographiques était systématique (e.g. Damian & Bowers, 2003), les codes orthographiques seraient toujours activés en production orale. À l'inverse, si l'activation des codes n'était pas systématique, alors ils ne seraient pas toujours activés en production orale (e.g. Roelofs, 2006).

L'objectif de l'Expérience 8 était donc de déterminer si les codes orthographiques étaient systématiquement mobilisés en production orale. Sur la base des résultats obtenus par Bi et al. (2009) et Roelofs (2006), une tâche de dénomination de couleur adaptée de la méthode utilisée dans l'Expérience 1 a été proposée. L'intérêt majeur de cette tâche était que, suivant les résultats Bi et al. (2009) et Roelofs (2006), l'activation des codes orthographiques n'était pas nécessaire à sa réalisation. Donc, si aucun effet de facilitation orthographique n'était observé, cela apporterait de nouveaux arguments en faveur de l'activation non systématique des codes orthographiques en production orale défendue par Bi et al. (2009) et Roelofs (2006). À l'inverse, si un effet de facilitation orthographique était observé dans cette tâche qui ne nécessitait pourtant pas l'activation des codes

orthographiques pour être réalisée, cela apporterait des arguments en faveur d'une activation systématique des codes orthographiques en production orale – à l'image des résultats de certaines recherches, voir Damian et Bowers (2003) pour exemple. Pour tester ces deux hypothèses, les latences ont été analysées.

Dans cette tâche, un mot amorce était présenté en couleur et le participant devait à chaque fois prononcer le nom de la couleur de l'encre du mot sans effectuer de traitement de ce dernier. Afin de tester les deux hypothèses exposées précédemment, le lien entre le mot et l'amorce a été manipulé de sorte à créer trois conditions : une condition orthographique et phonologique, où la première lettre et le premier phonème de l'amorce et de la couleur étaient identiques (e.g. amorce : ovale – /oval/ ; couleur : orange – /oR@Z/), une condition phonologique, où seul le premier phonème était partagé par l'amorce et la couleur (e.g. amorce : auteur – /ot9R/ ; couleur : orange – /oR@Z/) et une condition non reliée, où ni la première lettre ni le premier phonème n'étaient partagés entre amorce et couleur (e.g. amorce : cabane – /kaban/ ; couleur : orange – /oR@Z/).

2. Expérience 8 : Récupère-t-on systématiquement les codes orthographiques en production orale chez l'adulte ?

L'objectif de l'Expérience 8 était donc de tester si les codes orthographiques étaient systématiquement activés en production orale de mots isolés chez l'adulte.

Si la récupération des codes orthographiques n'était pas systématique, les codes orthographiques ne devraient pas être activés dans la tâche utilisée. Ainsi, seule une facilitation phonologique était attendue. Cela devrait se traduire par des latences significativement plus courtes dans la condition phonologique – et dans la condition orthographique et phonologique – que dans la condition non reliée. En revanche, aucune différence n'était attendue entre la condition phonologique et la condition orthographique et phonologique – les deux conditions portant une information phonologique, elles devraient apporter un effet de facilitation similaire.

Si la récupération des codes orthographiques était systématique, alors une facilitation orthographique était attendue. Cela devrait se traduire par des latences significativement plus courtes dans la condition orthographique et phonologique que dans la condition non reliée. Des latences significativement plus courtes étaient également attendues dans la condition

orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique. Enfin, des latences significativement plus courtes étaient attendues dans la condition phonologique par rapport à la condition non reliée, puisque même si la récupération des codes orthographiques était systématique, la phonologie devrait toujours faciliter la dénomination orale.

2.1. Méthode

Participants. Trente-six étudiants, participants de l'Expérience 6 (dont 31 femmes) de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits de cours. Sur les trente-six participants, trois d'entre eux (3 femmes) présentaient une pathologie du langage (dyslexie) ou de la vision (daltonisme) et ont donc été écartées des analyses. Les données de trente participants ont donc été incluses dans les analyses. Les trente participants étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté ni diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie), ni trouble de la vision ou pathologie lié à la vision des couleurs (daltonisme). Enfin, les participants étaient droitiers. La moyenne d'âge des participants était de 20,2 ans (âge min. 18 ans ; âge max. 29 ans). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience leur indiquant également qu'ils pouvaient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui de l'Expérience 1 (voir Chapitre 4, partie 2.1).

Dispositif expérimental. La production orale des participants était collectée à l'aide d'un micro audio-technica ATR20 connecté à une *serial response box* 200A. Les stimuli étaient présentés à l'aide du logiciel E-prime (version professionnelle) qui permettait l'enregistrement des données. La *serial response box* était connectée à un ordinateur Dell Latitude R6500 qui servait à la fois à la collecte des données et à leur dépouillement.

Procédure. Le participant était placé face à un écran, avec un micro posé devant lui à 15 cm. L'expérimentateur était assis à côté de lui durant la passation afin d'assurer son bon déroulement. Avant de débiter l'expérience, l'âge et le sexe du participant étaient notés. Il lui était ensuite indiqué que, dans un premier temps, des noms de couleurs (*cf.* jaune, orange, rouge, vert) seraient affichés à l'écran en couleur et qu'il avait simplement à

prononcer le nom des couleurs qui étaient vues. Chaque essai débutait par une croix de fixation et se terminait lorsque le participant prononçait le nom de la couleur. Le mot affiché à l'écran disparaissait dès que le participant commençait la prononciation de la couleur afin d'éviter que le participant ne continue de traiter le mot. Chaque couleur était, dans cette phase, présentée une fois.

Une phase d'entraînement à la tâche était ensuite réalisée. Il était indiqué au participant que des mots (e.g. parc, banc, etc.) allaient apparaître un à un à l'écran et que chacun de ces mots était dans l'une des couleurs qui lui avaient été présentées précédemment. Il devait alors, pour chaque mot, prononcer la couleur de l'encre du mot sans se préoccuper du mot qui portait la couleur (Figure 17). Chaque essai commençait par l'apparition d'une croix de fixation au centre de l'écran. Lorsque le participant fixait l'écran, l'expérimentateur pressait une touche pour déclencher l'essai. Un mot écrit en couleur apparaissait alors à l'écran et le participant avait pour consigne de prononcer le nom de la couleur de l'encre du mot le plus rapidement possible. De la même façon que précédemment, le modèle affiché à l'écran disparaissait dès le début de la prononciation. L'entraînement était composé de huit mots et chaque couleur était présentée aléatoirement deux fois.

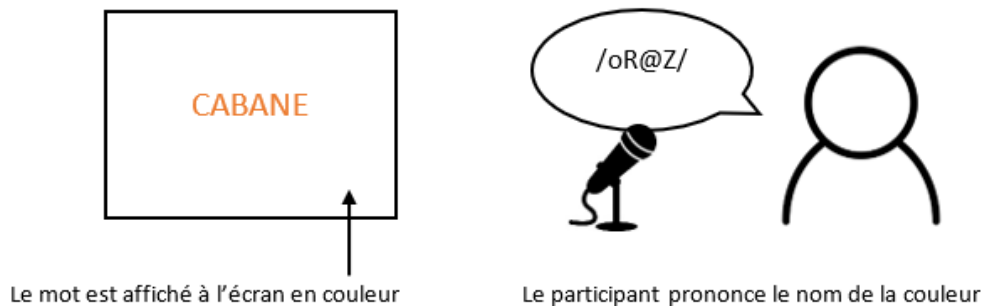


Figure 17 : Schéma de la tâche accomplie par le participant dans l'Expérience 8

Lors de ces deux premières phases, une emphase particulière était placée sur la rapidité de la prononciation afin de préparer le participant à la phase expérimentale. Dans une troisième phase, le participant réalisait la phase expérimentale. Celle-ci se déroulait exactement comme la phase d'entraînement avec, cette fois, une série de soixante-dix mots. L'ordre de présentation était randomisé et différait pour chaque participant. La durée totale de l'expérience était en moyenne de dix à quinze minutes.

2.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination écrite (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences ainsi que les durées d'écriture excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 8 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et une variable dépendante, les latences. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Les latences moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 22. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 1297) = 34,167, p < .000$. Les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(1297) = 8,092, p < .001$. Les latences étaient également significativement plus courtes entre la condition P et la condition NR, $t(1297) = 2,155, p < .05$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre la condition OP et la condition P, $t(1297) < 1$. Un effet de facilitation phonologique est donc observé.

Tableau 22 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 8

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Latences (SD)	612 (130)	578 (124)	588 (104)
	<i>Effets de facilitation</i>		
	NR - OP	NR - P	P - OP
	34 ms ***	24 ms *	10 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

* $p < .05$. ; ** $p < .01$. ; *** $p < .001$.

2.3. Discussion

Cette expérience avait pour objectif de déterminer si les codes orthographiques étaient systématiquement récupérés en production orale. Si la récupération des codes orthographiques n'était pas systématique, seule une facilitation phonologique était attendue.

La condition phonologique (ainsi que la condition orthographique et phonologique qui portait également une information phonologique) devrait amener des latences significativement plus courtes que la condition non reliée. À l'inverse, si la récupération des codes orthographiques était systématique, alors une facilitation supplémentaire était attendue en faveur de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique. Dans les deux hypothèses, un effet de facilitation phonologique était attendu : des latences significativement plus courtes devaient être observées dans la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique par rapport à la condition non reliée.

L'analyse des latences a tout d'abord révélé un effet de facilitation induit par la condition phonologique par rapport à la condition non reliée. Un effet de facilitation était également observé avec la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition non reliée. En revanche, ces deux conditions expérimentales ne différaient pas. Ces résultats semblent ainsi indiquer que le participant s'appuie uniquement sur l'information phonologique pour effectuer la tâche et que l'information orthographique n'est pas (ou peu) activée.

Ces résultats indiquent que les codes orthographiques ne sont pas systématiquement activés en production orale. Aussi, contrairement à la perception du langage oral, les codes orthographiques ne semblent pas activés. Cette expérience rejoint ainsi la conclusion de Alario et al. (2007) ainsi que celle de Damian et Bowers (2009).

3. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de déterminer si la mobilisation des codes orthographiques était systématique en production orale chez l'adulte.

Dans ce chapitre, deux hypothèses alternatives ont été explorées : l'hypothèse systématique et l'hypothèse non systématique. Selon l'hypothèse systématique, basée sur les résultats obtenus par Damian et Bowers, (2003), Weekes et al. (2002), Zhang et al. (2009), Zhang et Weekes (2009), Zhao et al. (2012), il a été proposé que les codes orthographiques étaient toujours récupérés en production orale de mots. À l'inverse, l'hypothèse non systématique, basée sur les résultats de Bi et al. (2009) et Roelofs (2006), stipulait que les codes orthographiques n'étaient récupérés que lorsque cela est nécessaire.

Dans l'Expérience 8, une tâche de dénomination de couleur – qui ne nécessitait pas l'activation des codes orthographiques pour être effectuée – a été réalisée. Si les codes orthographiques n'étaient pas systématiquement mobilisés, aucun effet de facilitation orthographique ne devait être observé dans cette expérience. À l'inverse, si les codes orthographiques étaient systématiquement mobilisés, un effet de facilitation orthographique devait être observé. Dans l'Expérience 8, seul un effet de facilitation phonologique a été observé, sans effet de facilitation orthographique.

Ces résultats apportent à la fois de nouveaux arguments en faveur des résultats de Bi et al. (2009) et Roelofs (2006), puisque la tâche de dénomination de couleur ne mobilise pas les codes orthographiques, mais également des arguments en faveur de l'hypothèse non systématique. En conclusion, la mobilisation des codes orthographiques n'est pas systématique en production orale de mots isolés.

Dans le chapitre suivant, la question de l'activation des codes orthographiques en production orale a été approfondie chez l'adulte et chez l'enfant en proposant cette fois que les codes orthographiques pourraient être activés lorsqu'une facilitation leur était donnée.



Chapitre 7

*Le processus orthographique est-il adaptable au
contexte de la tâche ?*

1. Introduction

Dans la partie précédente, il a été montré que l'activation des codes orthographiques n'était pas systématique en production orale de mots isolés. Dans un second temps, il était pertinent de se demander si les processus cognitifs impliqués dans la parole pouvaient également adapter leur fonctionnement. Cette question a été, à l'initial, abordée indirectement par Roelofs (2006) qui a suggéré que les codes orthographiques n'étaient activés que lorsqu'ils étaient utiles à la tâche (e.g. en lecture à haute voix). Puis, plus directement, Pattamadilok et al. (2011) ainsi que Saletta et al. (2016) ont suggéré que les codes orthographiques pouvaient également être activés lorsqu'une contrainte pesait sur la tâche de production (e.g. la répétition de pseudo-mots est facilitée lorsque ces derniers sont présentés à l'écrit). Ces dernières études indiquent clairement que la contrainte qui pèse sur la tâche peut modifier la façon dont les traitements sont réalisés au cours de la production orale du langage.

La question était de savoir si le processus orthographique était adaptable au contexte de la tâche. L'hypothèse qui a été testée dans cette partie était que l'ajout d'une facilitation supplémentaire pour les codes orthographiques pourrait permettre leur activation dans la tâche réalisée. Pour cela, la méthode qui a été utilisée dans l'Expérience 8 a semblé la plus pertinente pour approcher cette question en raison des résultats obtenus. Dans cette expérience, aucune facilitation orthographique n'a été observée. Si une facilitation orthographique était observée en présence d'une facilitation supplémentaire accordée aux codes orthographiques dans les expériences présentées ci-dessous, cela indiquerait que les codes orthographiques ont bien été activés en réponse à la facilitation supplémentaire apportée. Cette facilitation orthographique serait donc directement attribuable à la manipulation expérimentale.

La question a tout d'abord été posée chez l'adulte au cours de quatre expériences qui ont eu pour objectif de déterminer si les codes orthographiques pouvaient être mobilisés lorsqu'une facilitation supplémentaire était ajoutée en faveur des codes orthographiques – dans une tâche qui à l'origine ne permettait pas leur activation –. Dans l'Expérience 9, une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques a été ajoutée avec l'emploi de deux SOA négatifs (à -300 ms et -150 ms). Dans l'Expérience 10, une activation supplémentaire a été réalisée avec l'ajout d'une tâche d'écriture placée juste avant la tâche de dénomination orale. Deux expériences complémentaires, l'Expérience 11 et

l'Expérience 12, ont été réalisées pour tenter de préciser les résultats observés dans l'Expérience 10.

La question a ensuite été posée chez l'enfant au cours d'une expérience qui a eu pour objectif de déterminer si le niveau d'acquisition de la littératie (matérialisé par trois niveaux scolaires : CM2, 5^{ème} et 3^{ème}) pouvait influencer l'activation des codes orthographiques en production orale de mots isolés. Pour cela, l'Expérience 12 a repris la méthode qui a été employée dans l'Expérience 10 chez l'adulte où une activation supplémentaire avait été donnée aux codes orthographiques. Chez les enfants ayant un niveau d'acquisition de la littératie moins abouti, il a été fait l'hypothèse que les enfants ne verraient pas leur traitement du langage oral influencé par l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques tandis que les enfants ayant un niveau d'acquisition de la littératie plus avancé verraient leur traitement du langage oral influencé par l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques.

2. Le traitement du langage en production orale chez l'adulte peut-il être modifié lorsqu'une facilitation supplémentaire est donnée à l'orthographe ?

Le premier objectif de ce chapitre est donc de déterminer si, lorsqu'une facilitation supplémentaire est donnée aux codes orthographiques, ces derniers peuvent être activés dans une tâche qui à l'origine ne les activait pas. Pour cela, deux expériences ont été conduites : dans l'Expérience 9, une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques était ajoutée et dans l'Expérience 10 une activation supplémentaire était ajoutée.

2.1. Expérience 9 : Effet de la présence d'une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques sur l'activation des codes orthographiques

L'objectif de cette expérience était de déterminer si, en accordant une durée supplémentaire aux amorces orthographiques, celles-ci pourraient influencer l'activation des codes orthographiques en production orale de mots isolés. Pour cela, deux SOA négatifs ont été utilisés à -150 et à -300 ms.

Concernant la durée de décalage entre les SOA, les recherches qui ont été menées sur le rôle de l'orthographe en production orale ont utilisé des SOA variés couvrant en général une période assez large, allant de traitements précoces à des traitements tardifs – avec l'emploi de SOA négatifs et/ou positifs (e.g., Damian & Bowers, 2009 ; Zhang & Weekes, 2009 ; Zhao et al., 2012). De plus, il existait toujours une symétrie dans les SOA choisis : Zhao et al. (2012) ont proposé d'employer deux SOA de -150 ms et -75 ms et leurs versants positifs avec deux SOA de +75 ms et +150 ms. Concernant enfin le temps laissé entre deux SOA dans une même étude, il oscillait entre 75 ms (Zhao et al., 2012) et 150 ms (Zhang et al., 2009). Les SOA employés dans l'Expérience 9 ont été définis sur la base des travaux déjà réalisés dans le champ et sur les résultats de Indefrey et Levelt (2004). Dans leur méta-analyse, les auteurs ont situé l'accès au concept lexical entre 150 et 225 ms et, plus important, la récupération des codes phonologiques entre 200 et 400 ms. Deux SOA négatifs ont donc ici été proposés : à -300 ms, afin de s'approcher du moment où les codes phonologiques seraient récupérés et à -150 ms pour l'accès au lexique. Le choix a été fait de ne proposer aucun SOA positif puisque ce type de SOA a pour objectif d'étudier les processus entrant en jeu tardivement. Les SOA négatifs ayant été choisis afin d'ajouter une durée supplémentaire pour favoriser l'activation des codes orthographiques, l'ajout d'un SOA positif n'était tout simplement pas pertinent.

La méthode utilisée étant identique à celle qui a été employée dans l'Expérience 8, les résultats devraient être répliqués avec un SOA de 0 ms. Une facilitation de la condition orthographique et phonologique et de la condition phonologique était prévue sur les latences par rapport à la condition non reliée. Concernant les SOA négatifs utilisés, -150 ms et -300 ms, deux hypothèses concurrentes ont été proposées.

Si la durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques a permis l'activation des codes orthographiques en production orale, une facilitation orthographique devrait être observée. Cet effet orthographique devrait apparaître dès -300 ms, avant ou en même temps que l'activation des codes phonologiques prévue par Indefrey et Levelt (2004). Une facilitation de la condition phonologique par rapport à la condition non reliée était également attendue dès -300 ms. L'activation des codes orthographiques étant située aux alentours de 300 ms, aucune facilitation ne devrait être observée avec un SOA de -150 ms suivant les résultats d'Indefrey et Levelt (2004).

Si la durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques n'a pas permis l'activation des codes orthographiques, les résultats de l'Expérience 8 devraient être

répliqués. Seule une facilitation phonologique devrait donc être observée. Les latences seraient ainsi plus courtes dans la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique que dans la condition non reliée. En revanche, aucune différence ne devrait être observée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique. Cette facilitation phonologique, suivant les résultats d'Indefrey et Levelt (2004), devrait être observée dès -300 ms et rester présente jusqu'à 0 ms.

2.1.1. Méthode

Participants. Trente et un étudiants (14 femmes, 17 hommes) de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits de cours. Un participant (un homme) a été écarté des analyses en raison d'une pathologie du langage (dyslexie). La moyenne d'âge des trente participants inclus était de 22,6 ans (âge min. 18 ans ; âge max. 44 ans). L'ensemble des participants recrutés étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté aucun diagnostic : de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie), de trouble de la vision, de pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). Ils ont été informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui de l'Expérience 8 (cf. Chapitre 6, partie 2.1).

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui de l'Expérience 8 (cf. Chapitre 6, partie 2.1).

Procédure. La procédure s'appuyait sur celle qui a été utilisée dans l'Expérience 8 (cf. Chapitre 6, partie 2.1). Deux *Stimuli Onset Asynchrony* (SOA) négatifs ont été ajoutés à -300 ms, à -150 ms ainsi qu'un SOA neutre à 0 ms. Le mot a donc été présenté soit un peu en amont de la couleur (SOA = -300 ms ; -150 ms), soit en même temps que la couleur (SOA = 0 ms) comme c'était le cas dans l'Expérience 8. Les SOA ont été présentés par bloc et l'ordre de passage a été randomisé par participant. La procédure s'est déroulée comme suit (Figure 18).

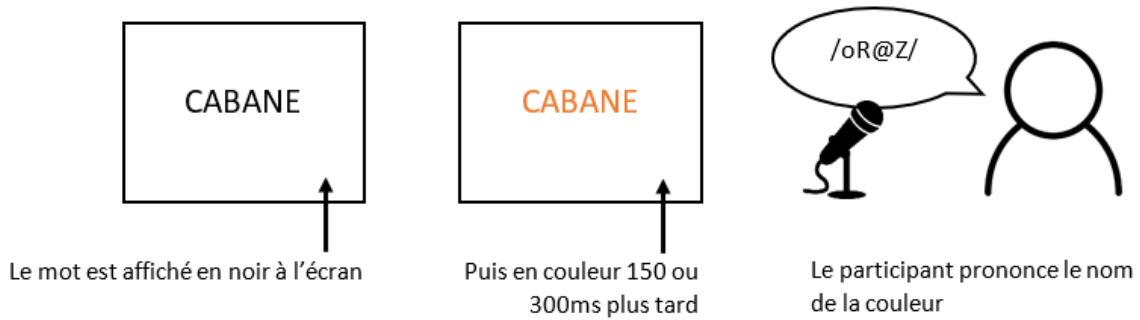


Figure 18 : Schéma illustrant la passation de l'Expérience 9

2.1.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination orale (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 9 contenait deux variables indépendantes, la relation entre la couleur et le mot et le SOA et une variable dépendante, les latences. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Les latences moyennes en fonction de la condition et du SOA sont présentées dans le Tableau 23. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 3348) = 110,762, p < .001$. L'analyse des contrastes a ainsi révélé que les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(3348) = 14,835, p < .001$. Les latences étaient aussi significativement plus courtes pour la condition P que pour la condition NR, $t(3348) = 4,415, p < .001$. De plus, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition P, $t(3348) = 2,634, p < .01$. L'effet principal du SOA était également significatif, $F(2, 3348) = 125,274, p < .001$. L'analyse des contrastes a ainsi révélé que les latences avec un SOA de 0 ms étaient significativement plus longues qu'avec un SOA de -150 ms et -300 ms, respectivement $t(3348) = 14,338, p < .001$ et $t(3348) = 13,281, p < .001$. En revanche, aucune différence significative n'était observée sur les latences entre les SOA à -150 ms et -300 ms, $t(3348) = 1,186, p = .236$. Un effet de facilitation orthographique et

phonologique est donc globalement observé. De plus, un effet de facilitation des SOA négatifs est également observé par rapport au SOA neutre.

L'interaction entre la condition et les SOA était significative, $F(4, 3348) = 4,186, p < .01$. L'analyse des contrastes a ainsi révélé que, avec un SOA de 0 ms, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(3348) = 9,491, p < .001$. De plus, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition P que pour la condition NR, $t(3348) = 2,874, p < .01$. En revanche, aucune différence significative n'était observée entre les conditions OP et P, $t(3348) = 1,602, p = .109$. Avec un SOA de -150 ms, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(3348) = 13,117, p < .001$. De plus, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition P que pour la condition NR, $t(3348) = 2,874, p < .01$. Enfin, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition P, $t(3348) = 2,698, p < .01$. Avec un SOA de -300 ms, des résultats identiques étaient observés. Les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(3348) = 12,374, p < .001$. De plus, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition P que pour la condition NR, $t(3348) = 2,679, p < .01$. Enfin, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition P, $t(3348) = 3,146, p < .01$. Un effet de facilitation orthographique et phonologique est donc observé à -300 ms et -150 ms tandis que seul un effet de facilitation phonologique est observé à 0 ms.

Tableau 23 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions en fonction du SOA pour l'Expérience 9

		Conditions		
Variables		SOA 0 ms	SOA -150 ms	SOA -300 ms
Latences (SD)	NR	556 (95)	545 (98)	544 (94)
	OP	536 (95)	516 (90)	518 (93)
	P	542 (88)	525 (95)	531 (86)
<i>Effets de facilitation</i>				
Variables		SOA 0 ms	SOA -150 ms	SOA -300 ms
NR - OP		20 ms ***	29 ms ***	26 ms ***
NR - P		14 ms **	20 ms ***	13 ms ***
P - OP		6 ms	9 ms **	13 ms **

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

* p < .05. ; ** p < .01. ; *** p < .001.

2.1.3. Discussion

L'objectif de cette expérience était de déterminer si, avec une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques, les codes orthographiques pouvaient intervenir en production orale. Pour tester cette hypothèse, trois SOA ont été utilisés : un SOA neutre à 0 ms et deux SOA négatifs de -150 ms et -300 ms. Avec un SOA neutre, seul un effet de facilitation phonologique était attendu (avec la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique) par rapport à la condition non reliée. Avec un SOA négatif de -300 ms, si la durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques a permis l'activation des codes orthographiques, un effet de facilitation orthographique devrait être observé. Cet effet n'était en revanche pas attendu avec un SOA de -150 ms. Si la durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques n'a pas permis l'activation orthographique, seul un effet de facilitation phonologique devrait être observé avec un SOA de -300 ms et de -150 ms.

Les analyses conduites avec un SOA neutre ont répliqué les résultats observés dans l'Expérience 8. Les deux SOA négatifs ont mis en évidence une activation précoce des codes phonologiques, mais également des codes orthographiques. Les résultats obtenus ont permis de conclure que les codes orthographiques et phonologiques étaient activés précocement. Une facilitation était, en effet, relevée en faveur de ces deux codes à -300 ms et à -150 ms.

En revanche, l'analyse du SOA neutre a révélé que l'activation des codes orthographiques était terminée et que seuls les codes phonologiques continuaient d'être activés. De plus, la facilitation des codes orthographiques qui a été observée précocement était significativement supérieure à la facilitation des codes phonologiques, ce qui indiquait que les codes orthographiques ont un rôle plus important que les codes phonologiques pour les SOA négatifs.

En conclusion, l'ajout d'une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques permet la préactivation des codes orthographiques. Ils sont ainsi activés précocement dès -300 ms en même temps que les codes phonologiques et restent activés jusqu'aux alentours de -150 ms. Entre -150 ms et 0 ms, les codes phonologiques continuent d'être activés tandis que les codes orthographiques ne le sont plus.

2.2. Expérience 10 : Effet de la présence d'une activation supplémentaire des codes orthographiques sur leur mobilisation

L'objectif de cette expérience était de déterminer si le traitement du langage en production orale avait la possibilité d'être modifié lorsqu'une activation supplémentaire était donnée aux codes orthographiques. Afin d'apporter cette facilitation supplémentaire, une tâche d'écriture (contexte) a été ajoutée avant la tâche de dénomination orale avec l'hypothèse que la tâche d'écriture allait apporter une activation supplémentaire aux codes orthographiques, ce qui viendrait par la suite influencer la tâche de dénomination orale. Deux hypothèses concurrentes ont été proposées pour cette expérience.

Si l'activation supplémentaire des codes orthographiques avait une influence sur le traitement du langage oral, alors l'ajout d'une tâche d'écriture avant la tâche de dénomination orale entraînerait l'activation des codes orthographiques en production orale. Concrètement, cela se traduirait par une facilitation orthographique sur les latences, avec des latences plus courtes pour la condition orthographique et phonologique qui portait une information orthographique par rapport à la condition non reliée. Un effet de facilitation de la condition phonologique était également attendu par rapport à la condition non reliée, puisque la tâche continuerait de recourir aux codes phonologiques. Enfin, à la différence de l'Expérience 8, une différence était attendue sur les latences entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique, avec des latences plus courtes dans la condition orthographique et phonologique.

Si l'activation supplémentaire des codes orthographiques n'avait pas d'influence sur le traitement du langage oral, alors l'ajout d'une tâche de dénomination d'écriture avant la tâche de dénomination orale n'entraînerait pas l'activation des codes orthographiques en production orale. Une réplication des résultats obtenus dans l'Expérience 8 était donc attendue. Un effet de facilitation de la condition phonologique (et de la condition orthographique et phonologique qui portait également une information phonologique) était prévu sur les latences par rapport à la condition non reliée. En revanche, aucune différence n'était prévue entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique.

2.2.1. Méthode

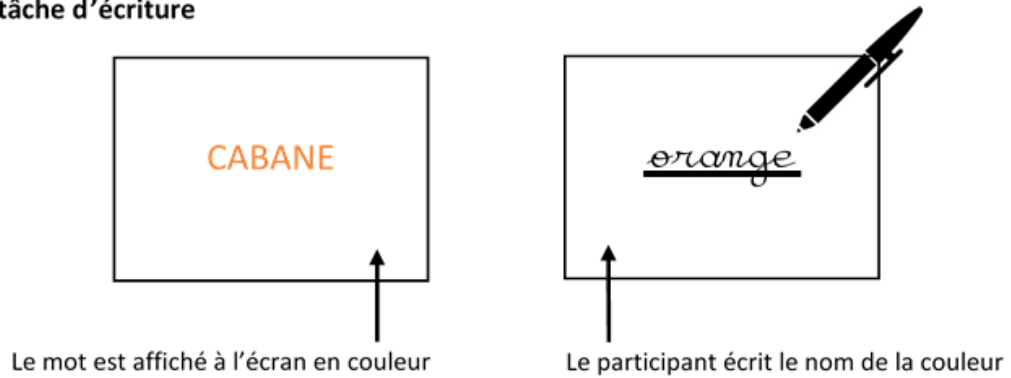
Participants. Trente étudiants, participant de l'Expérience 1, (27 hommes, 3 femmes) de l'Université de Poitiers ont été recrutés, pour l'expérience en échange de crédits universitaires. Tous les participants étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté aucun diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie), de trouble de la vision (vision normale ou corrigée) ou de pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). La moyenne d'âge des participants était de 20,1 ans (âge min. 19 ans – âge max. 23 ans). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui utilisé dans l'Expérience 8 (*cf.* Chapitre 6, partie 2.1).

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 8 (*cf.* Chapitre 6, partie 2.1).

Procédure. Le participant était placé seul face à un écran et réalisait deux tâches successives : une tâche d'écriture dans un premier temps et une tâche de dénomination orale dans un second temps (Figure 19).

Phase 1 : tâche d'écriture



Phase 2 : tâche de dénomination orale

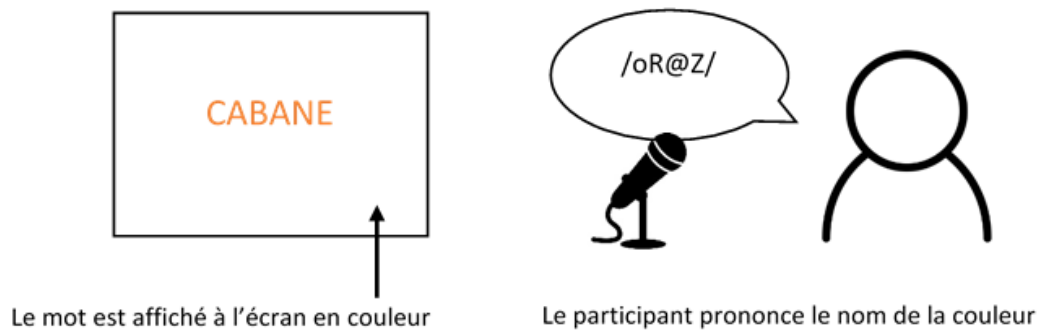


Figure 19 : Schéma des tâches réalisées par le participant dans l'Expérience 10

Une première tâche d'écriture – correspondant à celle utilisée dans l'Expérience 1 – était réalisée par le participant afin d'apporter une activation supplémentaire aux codes orthographiques. Le participant était placé devant un écran tandis que se trouvait devant lui une série de feuilles déposées sur une tablette. Sur une première feuille, il inscrivait tout d'abord ses nom, prénom et sa date de naissance. Par la suite, la tâche se découpait en trois parties. En premier lieu, le participant était informé que des noms de couleurs écrits dans la couleur qu'ils désignaient (e.g. VERT écrit en encre verte) allaient apparaître à l'écran et qu'il devrait simplement écrire le nom de la couleur. Chaque essai débutait par une croix de fixation. Dès que le participant fixait cette dernière, l'expérimentateur déclenchait l'apparition de la couleur à l'écran en appuyant sur une touche. Le participant devait alors écrire le nom de la couleur. Dans cette phase, chaque couleur (jaune, orange, rouge et vert) était présentée une fois. En second lieu, le participant était informé que des mots ne désignant plus des couleurs (e.g. banc) allaient apparaître dans l'une des quatre couleurs vues précédemment et qu'il devrait simplement écrire le nom de la couleur de l'encre du mot sans porter d'attention particulière aux mots affichés à l'écran. Chaque essai débutait à nouveau

par une croix de fixation et, dès que le participant la fixait, l'expérimentateur déclenchait l'apparition du mot en couleur à l'écran. Le participant devait alors écrire la couleur dans laquelle se trouvait le mot. Chaque essai se terminait lorsque le participant venait presser avec le stylo un carré rouge situé en bas à droite de la tablette. Dans un troisième temps, la même tâche était réalisée avec cette fois les mêmes mots utilisés dans l'Expérience 8. La présentation des mots était toujours aléatoire et différente pour chaque participant. Chaque mot de la liste était en revanche présenté deux fois (contre seulement une dans la tâche de dénomination orale).

Une fois cette première tâche terminée, le participant passait immédiatement à la tâche de dénomination orale dont la procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 8. L'expérience durait approximativement trente minutes.

2.2.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination orale (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 10 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et une variable dépendante, les latences. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Les latences moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 24. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 1087) = 122,319, p < .001$. Les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(1087) = 15,632, p < .001$. Les latences étaient également significativement plus courtes pour la condition P que pour la condition NR, $t(1087) = 2,632, p < .01$. Enfin, les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition P, $t(1087) = 4,783, p < .001$. Un effet de facilitation phonologique et orthographique est donc observé.

Tableau 24 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 10

Variable	Conditions		
	NR	OP	P
Latences (SD)	608 (85)	574 (92)	595 (84)
<i>Effets de facilitation</i>			
	NR - OP	NR - P	P - OP
	34 ms ***	13 ms **	21 ms ***

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

* $p < .05$. ; ** $p < .01$. ; *** $p < .001$.

2.2.3. Discussion

L'objectif de cette étude était de déterminer si, avec une activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques à l'aide d'une tâche dite « contexte », les codes orthographiques pourraient être activés à l'oral. Pour cela, la tâche réalisée dans l'Expérience 8 – où aucune facilitation orthographique n'avait été observée – avait de nouveau été utilisée. Si l'activation supplémentaire des codes orthographiques avait une influence, alors l'ajout d'une tâche contexte entraînerait l'activation des codes orthographiques en production orale. Si l'activation supplémentaire des codes orthographiques n'avait aucune influence, alors les codes orthographiques ne devraient pas être activés en production orale. Les résultats de l'Expérience 8 seraient alors répliqués. L'analyse des latences avait tout d'abord révélé des latences plus courtes dans la condition phonologique et dans la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition non reliée. Les latences étaient également plus courtes dans la condition orthographique et phonologique que dans la condition phonologique. La différence observée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique n'était pas observée dans l'Expérience 8.

Ainsi, la facilitation orthographique obtenue indiquait que l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques a eu une influence sur la dénomination orale. En plus de la facilitation phonologique déjà observée dans l'Expérience 8, la présence d'une information orthographique partagée entre amorces et cibles permettait également d'initier la production orale plus rapidement. Cela indiquait que la tâche d'écriture réalisée a eu un effet significatif sur les processus engagés. L'activation des codes orthographiques en production orale indiquait également que des processus automatiques peuvent

s'adapter : en effet, dans l'Expérience 8 seuls les codes phonologiques étaient activés, ce qui indiquait dans l'Expérience 10 une adaptation de la dynamique des processus. Ces résultats indiquent donc à la fois que la production orale de mots isolés est sensible au contexte dans lequel la tâche est réalisée, mais également que des processus automatiques peuvent s'adapter au contexte.

Dans cette expérience, deux limites pouvaient néanmoins être soulevées. La première limite provenait de la façon dont la couleur était présentée. La couleur étant portée par le mot, la tâche utilisée rendait le traitement de ce dernier obligatoire. Il était donc possible de proposer deux origines à l'effet de facilitation orthographique observée dans cette expérience : soit la préactivation des codes orthographiques par la tâche contexte a permis ce résultat, indépendamment de l'implication du processus de reconnaissance de mots ; soit la préactivation des codes orthographiques par la tâche contexte ET le traitement obligatoire des amorces ont entraîné ce résultat. Pour distinguer ces deux explications, une nouvelle expérience (*cf.* Expérience 11, partie 2.3 de ce chapitre) a été conduite.

La seconde limite provenait de l'absence d'une condition uniquement orthographique. L'activation des codes orthographiques en production orale a, en effet, été étudiée au travers d'une condition proposant un recouvrement orthographique et phonologique entre la couleur et l'amorce (e.g. ovale /oval/ écrit en orange /oR@Z/). Deux explications étaient donc à nouveau possibles pour expliquer l'effet observé. Soit cet effet avait une origine orthographique, il devrait donc être retrouvé avec une condition proposant un recouvrement uniquement orthographique. Soit cet effet était d'origine orthographique et phonologique, il ne serait donc pas retrouvé avec une condition proposant un recouvrement uniquement orthographique. Pour distinguer ces deux interprétations, une nouvelle expérience (*cf.* Expérience 12, partie 2.4 de chapitre) a été conduite.

2.3. Expérience 11 : Effet du processus de reconnaissance ou effet de la tâche d'écriture ?

L'objectif de cette étude était de reproduire les résultats observés dans l'Expérience 10 tout en rendant l'implication du processus de reconnaissance de mots moins essentielle pour réaliser la tâche. Pour cela, le mot et la couleur étaient dissociés. Les amorces étaient toujours présentées sous leur forme visuelle, mais cette fois dans une encre noire et, autour de chaque amorce, un carré de couleur était présenté. De cette façon, la tâche pouvait être réalisée sans que le traitement de l'amorce ne soit obligatoire.

Si l'activation supplémentaire des codes orthographiques était à l'origine des effets observés dans l'Expérience 10, alors des résultats similaires devraient être observés. La condition orthographique et phonologique devrait à nouveau apporter un effet de facilitation sur les latences par rapport à la condition non reliée. De plus, un effet de facilitation de la condition phonologique sur la condition non reliée devrait également être retrouvé. Enfin, un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique sur la condition phonologique devrait être observé.

Si, à l'inverse, l'activation supplémentaire et l'implication du processus de reconnaissance de mots étaient à l'origine des effets observés dans l'Expérience 10, alors l'effet de facilitation orthographique devrait disparaître. Ainsi, les conditions phonologique, ainsi qu'orthographique et phonologique qui portaient également une information phonologique, devraient toujours apporter un effet de facilitation sur les latences par rapport à la condition non reliée. En revanche, aucune différence ne devrait être observée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique.

2.3.1. Méthode

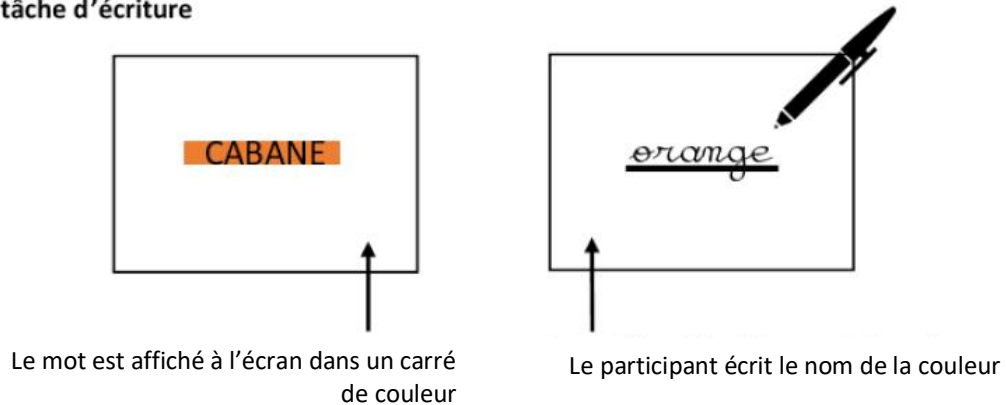
Participants. Trente et un étudiants (dont 28 femmes), participants de l'Expérience 2, de l'Université de Poitiers ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits universitaires. Sur ces trente et un participants recrutés, un d'entre eux (1 homme) présentait une pathologie du langage (dyslexie), il a donc été écarté des analyses. Les trente participants inclus dans les analyses étaient âgés en moyenne de 22,6 ans (âge min. 18 ans, âge max. 43 ans). Tous les participants recrutés étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté aucun diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie), ni aucun trouble de la vision ou pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui utilisé dans l'Expérience 10 (*cf.* partie 2.2.1. de ce chapitre). La couleur n'était en revanche plus portée par le mot lui-même mais était placée dans un carré par-dessus lequel le mot était inscrit en noir (Figure 20).

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 10 (cf. partie 2.2.1. de ce chapitre).

Procédure. La procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 10 (cf. partie 2.2.1. de ce chapitre).

Phase 1 : tâche d'écriture



Phase 2 : tâche de dénomination orale

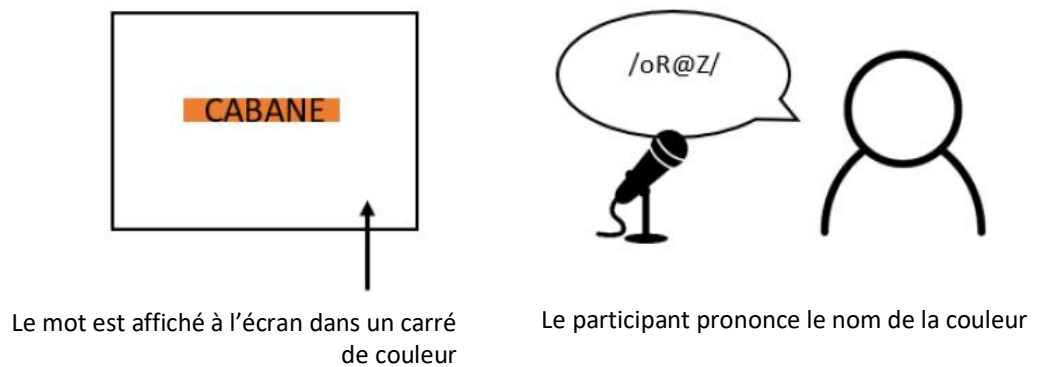


Figure 20 : Schéma de la tâche accomplie par le participant dans l'Expérience 11

2.3.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination orale (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 11 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et une variable dépendante, les latences. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Les latences moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 25. L'effet principal de la condition était significatif, $F(2, 1057) = 9,229, p < .001$. Les latences étaient significativement plus courtes pour la condition OP que pour la condition NR, $t(1087) = 4,260, p < .001$. Les latences étaient également significativement plus courtes pour la condition P que pour la condition NR, $t(1087) = 1,984, p < .05$. Enfin, bien que la différence ne soit pas significative une tendance se dessinait en faveur de la condition OP par rapport à la condition P, $t(1087) = 1,828, p = .068$. Une facilitation phonologique et orthographique est donc observée.

Tableau 25 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions pour l'Expérience 11

Variables	Conditions		
	NR	OP	P
Latences (SD)	590 (101)	563 (101)	576 (105)
	<i>Effets de facilitation</i>		
	NR - OP	NR - P	P - OP
	27 ms ***	14 ms *	13 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

* $p < .05$. ; ** $p < .01$. ; *** $p < .001$.

2.3.3. Discussion

Cette expérience avait pour objectif de préciser les résultats obtenus dans l'Expérience 10 en séparant la couleur cible de l'amorce de sorte que la tâche puisse être réalisée sans traiter obligatoirement le mot amorce. Pour cela, chaque amorce était présentée en encre noire et placée dans un carré de couleur.

L'analyse des latences révélait tout d'abord un effet de facilitation significatif de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition non reliée. Un effet de facilitation de la condition phonologique par rapport à la condition non reliée était également observé. Enfin, seule une différence tendancielle était rapportée entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique. Cette différence tendancielle répliquait partiellement les résultats obtenus dans l'Expérience 10. La présence d'une

différence tendancielle entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique suggérait deux éléments de conclusion. Le premier était que le processus de reconnaissance de mots était responsable d'au moins une partie de l'effet de facilitation orthographique observé dans l'Expérience 10, ce qui rejoignait par exemple les conclusions de Besner et al. (1997) qui montraient que l'effet Stroop disparaissait quand une seule lettre était colorée (vs le mot entier). Néanmoins, la différence étant tendancielle, cela laissait à penser que l'activation supplémentaire contribuait en partie à l'activation des codes orthographiques en production orale (avec le processus de reconnaissance de mots). Ces résultats gagneraient donc à être approfondis dans de futures études afin de déterminer le poids exact de chaque élément dans la présence d'un effet de l'orthographe en production orale.

2.4. Expérience 12 : Effet de facilitation orthographique ou effet de facilitation orthographique et phonologique ?

La seconde limite de l'Expérience 10 provenait de l'absence d'une condition uniquement orthographique. Il était ainsi impossible de déterminer si l'effet de facilitation observé provenait de l'activation des codes orthographiques ou bien de l'activation des codes orthographiques et des codes phonologiques.

Afin de permettre la création d'une condition uniquement orthographique pour déterminer l'origine de l'effet observé, seule l'orange a été utilisée comme couleur expérimentale – tout en conservant la même tâche que celle utilisée jusqu'ici. Cette couleur a permis à la fois la création des conditions déjà proposées dans l'Expérience 8 : orthographique et phonologique, où la première lettre et le premier phonème étaient partagés entre amorce et cible (e.g. amorce : ovale – /oval/ ; couleur : orange – /oR@Z/), uniquement phonologique, où le premier phonème était partagé entre amorce et cible (e.g. amorce : auteur – /ot9R/ ; couleur : orange – /oR@Z/) et non reliée où ni la première lettre, ni le premier phonème n'étaient partagés entre amorce et cible (e.g. amorce : cabane – / kaban/ ; couleur : – /oR@Z/). L'orange a également permis la création d'une condition uniquement orthographique où seule la première lettre était partagée entre amorce et cible (e.g. amorce : ombre – /ombR/ ; couleur : orange – /oR@Z/).

Dans cette expérience, la réplique des résultats obtenus dans l'Expérience 10 était tout d'abord attendue. La condition orthographique et phonologique devrait apporter un effet

de facilitation sur les latences par rapport à la condition non reliée. De plus, une facilitation de la condition phonologique sur la condition non reliée devrait également être retrouvée. Enfin, un effet de facilitation de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique devrait être observé. Concernant l'effet de la condition uniquement orthographique, deux hypothèses ont été proposées.

Si l'effet de facilitation observé dans l'Expérience 10 était de nature uniquement orthographique, la condition orthographique (O) devrait également contribuer à l'apparition d'un effet de facilitation. Cela se traduirait par des latences plus courtes pour la condition orthographique par rapport aux conditions phonologique et non reliée. En revanche, aucune différence n'était attendue entre la condition orthographique et phonologique et la condition orthographique qui partageaient toutes deux une information orthographique.

Si, à l'inverse, l'effet de facilitation était de nature orthographique et phonologique, alors la condition orthographique et phonologique devrait apporter des latences plus courtes par rapport aux conditions orthographique, phonologique et non reliée. De plus, la condition uniquement orthographique et la condition uniquement phonologique devrait également apporter des latences plus courtes par rapport à la condition non reliée. Aucune différence n'était en revanche attendue entre la condition orthographique et la condition phonologique qui apportaient chacune une information : phonologique ou orthographique.

2.4.1. Méthode

Participants. Trente étudiants (28 femmes ; 2 hommes) de l'Université de Poitiers, participants de l'Expérience 4, et âgés en moyenne de 19,6 ans (âge min. 17 ans ; âge max. 23 ans) ont été recrutés pour l'expérience en échange de crédits universitaires. Tous les participants étaient de langue maternelle française et n'avaient reporté aucun diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie). De plus, ils ne présentaient aucun trouble de la vision (vision normale ou corrigée), ni pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). Ils étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire de consentement fourni en début d'expérience et du fait qu'ils pourraient arrêter l'expérience à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui proposé dans l'Expérience 5 (cf. Chapitre 4, partie 5.1).

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 10 (cf. partie 2.2.1).

Procédure. La procédure est identique à celle utilisée dans l'Expérience 10 (cf. partie 2.2.1).

2.4.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination orale (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 12 contenait une variable indépendante, la relation entre la couleur et le mot et une variable dépendante, les latences. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Les latences moyennes en fonction de la condition sont présentées dans le Tableau 26. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(3, 1118) = 1,516, p = .209$. L'analyse des contrastes n'était donc pas pertinente. Aucun effet de facilitation orthographique et/ou phonologique n'est donc observé.

Tableau 26 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les quatre conditions pour l'Expérience 12

Variables	Conditions			
	NR	OP	O	P
Latences (SD)	559 (110)	548 (111)	541 (110)	552 (114)
<i>Effets de facilitation</i>				
	NR - OP	NR - O		NR - P
	11 ms	18 ms		7 ms
	OP - O	OP - P		O - P
	7 ms	- 4 ms		- 11 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

2.4.3. Discussion

Cette expérience avait pour objectif de préciser l'origine de l'effet orthographique observé dans l'Expérience 10. Pour cela, le matériel employé dans l'Expérience 10 avait été modifié afin de permettre la création d'une condition uniquement orthographique.

Ainsi, les mêmes résultats que l'Expérience 10 étaient attendus concernant la condition orthographique et phonologique, la condition uniquement phonologique et la condition non reliée. La condition orthographique et phonologique et la condition phonologique devraient ainsi apporter des latences plus courtes que la condition non reliée. Enfin, la condition orthographique et phonologique devrait également apporter des latences plus courtes que la condition phonologique.

Concernant la condition orthographique, si l'effet de facilitation observé dans l'Expérience 10 était de nature uniquement orthographique, alors les latences devraient être plus courtes dans la condition orthographique que dans les conditions phonologique et non reliée. En revanche, aucune différence ne devrait être observée entre la condition uniquement orthographique et la condition orthographique et phonologique. Si, à l'inverse, l'effet de facilitation observé dans l'Expérience 10 était de nature orthographique et phonologique, alors la condition orthographique, et la condition phonologique, devrait apporter des latences plus longues que la condition orthographique et phonologique. De plus, la condition uniquement orthographique et la condition uniquement phonologique devraient apporter des latences plus courtes que la condition non reliée. Aucune différence n'était en revanche attendue entre la condition orthographique et la condition phonologique.

L'analyse des latences n'a montré aucune différence significative, il n'est donc pas possible de conclure en faveur d'une des deux explications proposées à l'effet de facilitation trouvé dans l'Expérience 10 (uniquement orthographique ou orthographique et phonologique).

Comme expliqué en détail dans l'Expérience 4 (*cf.* Chapitre 4, partie 2.3), il est possible que le déséquilibre créé entre le nombre d'items par couleur lors de l'adaptation du matériel pour créer la condition uniquement orthographique soit à l'origine de cette absence d'effet. L'équilibre entre les couleurs semble également tout aussi important à l'oral qu'il ne l'était à l'écrit.

3. Expérience 13 : Le niveau d'acquisition de la littératie peut-il modifier la façon dont l'activation supplémentaire des codes orthographiques agit sur la récupération de ces derniers chez l'enfant ?

L'objectif de cette expérience était de déterminer si une modification du système cognitif de la production orale de mots isolés au cours de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture était possible. Il était concevable que le niveau d'acquisition de la littératie ait la possibilité d'agir comme un modérateur sur l'effet apporté par l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques (observé chez l'adulte dans l'Expérience 10). Bien que cette hypothèse n'ait jamais été testée chez l'enfant, les transformations observées en neuroimagerie (Castro-Caldas et al., 1998 ; Reis et Castro-Caldas, 1997) ainsi que l'influence importante de la phonologie en début d'apprentissage de la littératie (Share, 1995, 1999), suggéraient que seul un niveau de littératie avancé permettrait à l'orthographe de jouer un rôle sur la production orale. Il était possible d'envisager qu'en début d'apprentissage les transformations provoquées par la littératie n'étaient pas suffisantes pour permettre aux codes orthographiques d'être activés en production orale, même lorsqu'une activation supplémentaire leur était donnée par le contexte. Chez les enfants ayant un niveau de littératie plus avancée, l'activation supplémentaire donnée à l'orthographe pourrait commencer à influencer la production orale.

Le niveau d'acquisition de la littératie serait ainsi un marqueur permettant de situer le passage d'une non-intervention des codes orthographiques en production orale vers le moment où ces derniers commencent à pouvoir intervenir. L'objectif de l'expérience présentée ci-dessous était de situer le niveau scolaire où l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques commençait à permettre leurs activations en production orale de mots isolés. Pour cela, trois groupes d'enfants scolarisés en CM2, en 5^{ème} et en 3^{ème} ont été recrutés sur la base des critères détaillés dans le Chapitre 5 (*cf.* partie 3).

Chez les enfants ayant un plus faible niveau de littératie (CM2), aucun effet de l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques n'était attendu. Ainsi, une facilitation de la condition phonologique, et de la condition orthographique et phonologique qui portait également une information phonologique, était attendue par rapport à la condition non reliée. Aucune différence n'était en revanche attendue entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique.

Chez les enfants ayant un niveau avancé dans l'acquisition de la littératie – dès la 5^{ème} ou au plus tard en 3^{ème}, – un effet de l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques était attendu. Ainsi, des résultats similaires à ceux de l'Expérience 10 étaient prévus. Une facilitation de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition non reliée ainsi qu'une facilitation de la condition phonologique par rapport à la condition non reliée était tout d'abord attendue. Enfin, une facilitation de la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique était également attendue.

3.1. Méthode

Participants. Quatre-vingt-treize enfants, participant de l'Expérience 7 et scolarisés en primaire en classe de CM2 (39 enfants : 22 filles ; 17 garçons) ou au collège en classe de 5^{ème} (30 enfants : 17 filles ; 13 garçons) et en classe de 3^{ème} (24 enfants : 15 filles ; 9 garçons) ont été recrutés pour l'expérience. Sur les quatre-vingt-treize enfants, neuf d'entre eux (4 enfants de 5^{ème} – 2 filles, 2 garçons ; 5 enfants de CM2 – 3 filles, 2 garçons) présentaient une pathologie du langage (dyslexie, dyspraxie), ils ont donc été écartés des analyses. Les données de quatre-vingt-quatre enfants ont été incluses dans l'analyse. Tous étaient de langue maternelle française, n'avaient pas d'avance (saut d'une ou plusieurs classe.s) ou de retard (redoublement) et n'avaient reporté aucun diagnostic de pathologie du langage (dyslexie, dysgraphie, dysorthographe, dyspraxie). De plus, ils n'avaient aucun trouble de la vision (vision normale ou corrigée), ni pathologie liée à la vision des couleurs (daltonisme). La moyenne d'âge des participants était de 10,3 ans en CM2 (âge min. 9 ans ; âge max. 12 ans), 11,8 ans en 5^{ème} (âge min. 11 ans ; âge max. 13 ans) et 14 ans en 3^{ème} (âge min. 13 ans ; âge max. 15 ans). Les parents ou tuteurs légaux de l'enfant étaient informés de la méthodologie de l'étude par un formulaire d'autorisation parentale qui autorisait l'enfant à passer l'expérience. L'enfant était informé dès le début de l'expérience qu'il pourrait arrêter à tout moment. L'expérience adhérait au guide éthique de l'université de Poitiers en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Matériel. Le matériel était identique à celui utilisé dans l'Expérience 10 (*cf.* partie 2.2.1. de ce chapitre). En revanche, afin de réduire le temps de passation seuls les items portant les couleurs jaune et orange étaient présentés.

Dispositif expérimental. Le dispositif était identique à celui utilisé dans l'Expérience 10 (cf. partie 2.2.1. de ce chapitre).

Procédure. La procédure était identique à celle utilisée dans l'Expérience 10 (cf. partie 2.2.1. de ce chapitre). La durée de l'expérience était en moyenne de vingt à trente minutes selon l'âge des enfants.

3.2. Résultats

Les essais contenant des erreurs techniques, des erreurs de dénomination orale (utiliser la mauvaise couleur) étaient écartés des analyses. De plus, les latences excédant 2 déviations standards (supérieures ou inférieures) étaient considérées comme extrêmes et étaient également exclues de l'analyse. Moins de 5% des données étaient exclues pour chaque analyse.

L'Expérience 13 contenait deux variables indépendantes, la relation entre la couleur et le mot et le niveau scolaire et une variable dépendante, les latences. L'analyse des données est décrite dans l'Annexe 3.

Les latences moyennes en fonction de la condition et du niveau scolaire sont présentées dans le Tableau 27. L'effet principal de la condition n'était pas significatif, $F(2, 2791) = 2,258$, $p = .105$. L'effet principal du niveau scolaire était significatif, $F(2, 2791) = 10,653$, $p < .001$. L'analyse des contrastes a ainsi révélé que les latences des CM2 étaient significativement plus longues que celles des 5^{ème} et des 3^{ème}, respectivement $t(2791) = 3,041$, $p < .01$ et $t(2791) = 4,457$, $p < .001$. En revanche, aucune différence n'était observée sur les latences entre les enfants de 5^{ème} et les enfants de 3^{ème}, $t(2791) = ,388$, $p = .165$. L'interaction entre la condition et le niveau scolaire n'était pas significative, $F(4, 2791) < 1$. Un effet du niveau scolaire était donc observé. En revanche, aucun effet orthographique et/ou phonologique n'était observé aux différents niveaux scolaires interrogés.

Tableau 27 : Latences et effets de facilitation (en ms) dans les trois conditions en fonction du niveau scolaire pour l'Expérience 13

		Conditions		
		CM2	5 ^{ème}	3 ^{ème}
Latences (SD)	NR	636 (169)	562 (120)	522 (116)
	OP	618 (159)	553 (112)	519 (105)
	P	631 (172)	554 (109)	521 (103)
<i>Effets de facilitation</i>				
	<i>Variables</i>	CM2	5 ^{ème}	3 ^{ème}
	NR - OP	18 ms	9 ms	3 ms
	NR - P	5 ms	8 ms	1 ms
	P - OP	13 ms	1 ms	2 ms

Note : OP = Orthographiquement et Phonologiquement relié ; P = Phonologiquement relié ; NR = Non relié.

3.3. Discussion

L'objectif de la présente expérience était de déterminer si une modification du système cognitif de la parole était possible au cours de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Il était en effet possible que l'effet de facilitation orthographique observé dans l'Expérience 10 chez les adultes puisse être modéré par le niveau d'acquisition de la littératie chez les enfants. Pour répondre à cette interrogation, trois groupes d'enfants scolarisés en CM2, en 5^{ème} et en 3^{ème} ont participé à l'étude. Chez les enfants ayant un faible niveau de littératie (CM2), aucun effet de facilitation n'était attendu en réponse à l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques. Des latences plus courtes étaient attendues dans la condition orthographique et phonologique ainsi que dans la condition phonologique par rapport à la condition non reliée. En revanche, aucune différence n'était attendue entre la condition orthographique et phonologique et la condition phonologique. Chez les enfants ayant un niveau avancé de littératie (5^{ème} ; 3^{ème}), un effet de facilitation induit par l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques était attendu. Des latences plus courtes étaient ainsi attendues dans les conditions orthographique et phonologique / uniquement phonologique par rapport à la condition non reliée. De plus, des latences plus courtes étaient également attendues dans la condition orthographique et phonologique par rapport à la condition phonologique.

L'analyse des latences révélait tout d'abord des différences significatives avec une dénomination orale qui était initiée plus rapidement chez les enfants de 5^{ème} et les enfants de 3^{ème} que chez les enfants de CM2 – aucune différence n'était observée entre les enfants de 5^{ème} et les enfants de 3^{ème}. Cette diminution du temps d'initialisation de la parole entre CM2 et 5^{ème} / 3^{ème} indiquait que la réalisation de la tâche était encore en cours d'automatisation entre le CM2 et la 5^{ème}, ce qui pouvait paraître surprenant pour une tâche qui reposait avant tout sur un processus automatisé comme la parole. L'analyse des latences ne révélait en revanche aucune différence significative entre les différentes relations.

L'analyse de l'interaction entre le niveau scolaire et la relation existant entre la couleur et l'amorce ne révélait aucune différence significative. Ainsi, aucun effet de l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques n'était observé, ce qui ne permettait de conclure ni en faveur ou en défaveur des hypothèses proposées. Plus surprenant encore, aucun effet de facilitation de la condition phonologique et de la condition orthographique et phonologique n'était observé par rapport à la condition non reliée. Pourtant, indépendamment de la manipulation du contexte, une différence entre ces conditions aurait dû être retrouvée. Son absence marquait avant tout l'incapacité du paradigme à répondre aux interrogations posées. Il convenait donc de chercher à expliquer ce phénomène.

Tout comme cela a été détaillé dans le Chapitre 5 (*cf.* partie 3.3), deux explications pouvaient être proposées : une trop grande hétérogénéité chez les enfants interrogés et la méthode employée.

L'explication la plus convaincante reste néanmoins celle liée à la méthode qui ne serait soit tout simplement pas adaptée à un public jeune et encore en cours d'apprentissage, soit pas adaptée pour étudier les phénomènes recherchés en raison d'un nombre de couleurs trop réduit. Il est également possible que les mots utilisés soient trop difficiles, mais compte tenu des différentes contraintes dues aux contrôles effectués sur le matériel, ce dernier était difficilement modifiable.

4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de déterminer si le processus orthographique pouvait s'adapter au contexte de la tâche. La question a été posée chez l'adulte et chez l'enfant au cours de cinq expériences.

Dans les Expériences 9 et 10 conduites chez l'adulte, une facilitation supplémentaire était à chaque fois apportée en faveur des codes orthographiques. Sur la base des résultats proposés par Pattamadilok et al. (2011), Saletta et al. (2016), il a été proposé que la facilitation apportée pourrait conduire le système cognitif de la parole à s'adapter en activant les codes orthographiques dans une tâche qui ne les activait pas initialement. Dans l'Expérience 9, une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques avait été ajoutée en présentant l'amorce seule dans un premier temps, avant de faire apparaître la couleur. Avec une durée supplémentaire accordée aux amorces orthographiques, les codes orthographiques étaient activés en production orale ce qui apportait un premier argument en faveur d'un système cognitif de la parole adaptable. Dans l'Expérience 10, une activation supplémentaire des codes orthographiques a été ajoutée avec la réalisation d'une tâche d'écriture avant la tâche de dénomination orale. Avec une activation supplémentaire, les codes orthographiques étaient de nouveau activés en production orale, ce qui apporte un second argument en faveur d'un système adaptable au contexte dans lequel la tâche a été réalisée.

Les Expériences 11 et 12 avaient pour objectif de préciser l'origine de l'effet de facilitation orthographique observé dans l'Expérience 10. L'Expérience 11 avait permis de déterminer que la tâche d'écriture et le processus de reconnaissance de mots étaient tous deux responsables de l'effet observé. L'Expérience 11 n'avait en revanche pas permis de déterminer si l'effet de facilitation était de nature uniquement orthographique ou de nature orthographique et phonologique.

Dans l'Expérience 13, réalisée chez les enfants, il a été fait l'hypothèse que l'effet d'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques – utilisée dans l'Expérience 10 chez les adultes – pourrait changer en fonction du niveau d'acquisition de la littératie. Il était attendu que chez les enfants ayant un faible niveau d'acquisition de la littératie, l'activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques n'ait pas d'effet tandis que chez les enfants ayant un niveau intermédiaire / avancé, des résultats similaires à

l'adulte devraient être observés. L'Expérience 13 ne permettait toutefois pas de répondre à cette question, de futures recherches seront donc nécessaires.

En conclusion, les expériences menées chez l'adulte indiquent tout d'abord que le système cognitif de la parole est en mesure de s'adapter lorsqu'une facilitation supplémentaire est, par exemple, donnée aux codes orthographiques. Chez l'enfant, d'autres recherches sont nécessaires pour déterminer à partir de quand le système cognitif de la parole devient adaptable.

Dans le chapitre suivant, l'ensemble des recherches menées dans la présente thèse ont été résumées, discutées et accompagnées chacune des perspectives de recherches possibles.

The title 'Chapitre 8' is rendered in a decorative, calligraphic font. The word 'Chapitre' is written in a cursive style, with the 'C' being particularly large and ornate. The number '8' is also stylized. The text is surrounded by delicate black line art of a vine with small leaves and berries, a small bird perched on the top of the 'C', and a butterfly. The entire design is set against a plain white background.

Chapitre 8

*Discussion générale et Perspectives de
recherche*

1. Rappel des objectifs

Un ensemble de travaux réalisés en production du langage oral et écrit suggère une influence réciproque entre ces deux formes de langage. En production écrite de mots isolés, l'influence du langage oral a été étudiée au travers de l'activation des codes phonologiques tandis qu'en production orale de mots isolés, l'influence du langage écrit a été étudiée au travers de l'activation des codes orthographiques.

Le premier objectif de la thèse était de déterminer si les codes phonologiques jouent un rôle en production écrite de mots isolés et de préciser ce rôle. Pour cela, la nature de la médiation phonologique, systématique ou non systématique, a tout d'abord été étudiée chez l'adulte. Il a ensuite été proposé, sur la base des résultats de Sausset, et al. (2012), que les processus de l'écriture sont adaptables selon les spécificités de la tâche chez l'adulte. Pour tester cette hypothèse, deux conditions ont été testées : la nature des stimuli (visuelle ou auditive) et la présence d'une facilitation supplémentaire donnée aux codes phonologiques. Enfin, il a été proposé que le niveau scolaire déterminerait l'activation des codes phonologiques en production écrite chez l'enfant. Chez l'enfant ayant un niveau scolaire peu élevé, la médiation phonologique serait ainsi obligatoire tandis que chez l'enfant ayant un niveau scolaire intermédiaire ou avancé, la médiation phonologique serait optionnelle.

Le deuxième objectif de la thèse était de déterminer l'influence des codes orthographiques en production orale de mots isolés. En miroir de ce qui a été fait en production écrite, l'activation des codes orthographiques a donc été étudiée afin de définir si leurs activations est systématique ou non chez l'adulte. Puis, suivant les travaux de Bi et al. (2009), Pattamadilok et al. (2011), Roelofs (2006) et Saletta et al. (2015), il a été proposé que le processus phonologique est adaptable selon la tâche chez l'adulte, mais aussi chez l'enfant. Pour tester cette hypothèse, une facilitation supplémentaire a été donnée aux codes orthographiques. Chez l'adulte, il était attendu que cette aide supplémentaire favorise l'activation des codes orthographiques en production orale. Chez l'enfant, l'activation des codes orthographiques avec une facilitation supplémentaire n'était attendue que chez les enfants ayant un niveau intermédiaire / avancé.

Le troisième objectif était de déterminer dans quelle mesure l'influence entre le langage oral et le langage écrit est réciproque. Pour tester cette hypothèse, les résultats obtenus dans les expériences précédentes en production écrite et en production orale où une facilitation supplémentaire était donnée – aux codes phonologiques ou orthographiques –

ont été comparés. Si la facilitation supplémentaire donnée à chaque type de code en production orale et en production écrite a la même influence (e.g. la présence d'une facilitation supplémentaire permet à chaque fois l'activation des codes ayant bénéficié de cette facilitation en production orale et en production écrite), cela indiquerait que l'influence entre production orale et production écrite est réciproque. Si, à l'inverse, la facilitation supplémentaire donnée à chaque type de code, en production orale et en production écrite, a une influence différente (e.g. la présence d'une facilitation supplémentaire donnée aux codes phonologiques permet leurs activations en production écrite tandis que la présence de la même facilitation donnée aux codes orthographiques ne permet pas leurs activations en production orale), cela indiquerait que l'influence entre production orale et production écrite n'est pas (complètement) réciproque.

Dans toutes les expériences réalisées, les données temporelles ont à chaque fois été enregistrées dans une tâche de dénomination de couleur en production écrite comme en production orale.

2. Quelle influence pour les codes phonologiques en production écrite ?

Afin de répondre au premier objectif de la thèse, une série de sept expériences ont été conduites en production écrite de mots isolés. Les Expériences 1 à 4 ont à la fois testé l'activation des codes phonologiques, systématique ou non systématique ainsi que l'influence de la nature des stimuli sur l'activation des codes phonologiques chez l'adulte. Les Expériences 5 et 6 ont testé l'influence d'une aide supplémentaire donnée aux codes phonologiques chez l'adulte. Enfin, l'Expérience 7 a testé la nature de la médiation phonologique, obligatoire ou optionnelle, chez l'enfant.

2.1. Les codes phonologiques influencent-ils systématiquement la production écrite de mots isolés chez l'adulte ?

L'activation des codes phonologiques en production écrite de mots isolés ne serait pas systématique. L'Expérience 1 et l'Expérience 3 ont montré que leurs activations est modulée par la nature des stimuli (auditive ou visuelle) : avec des stimuli auditifs, les codes phonologiques sont activés tandis qu'avec des stimuli visuels les codes phonologiques ne sont pas (ou peu) activés.

2.1.1. *Médiation phonologique obligatoire ou autonomie orthographique ?*

Ces premiers résultats ont tout d'abord permis d'apporter de nouveaux éléments de réponse au débat existant entre les hypothèses de la médiation phonologique obligatoire et de l'autonomie orthographique. Suivant l'hypothèse de la médiation phonologique obligatoire (Geschwind, 1969 ; Luria, 1970), les codes phonologiques devraient toujours être activés, indépendamment de la nature des stimuli. À l'inverse, suivant l'hypothèse de l'autonomie de l'orthographe (Rapp & Caramazza, 1994), l'activation des codes phonologiques est optionnelle. La présence d'une différence de résultats entre les Expériences 1 et 3 tend donc en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique. Ces résultats soutiennent donc les recherches précédemment menées par Bonin et collaborateurs en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique (1996 ; 1997 ; 1998 ; 2001 ; 2011) ainsi que par Afonso et Álvarez (2011), Zhang et Wang (2015, 2016).

2.1.2. *Stimuli visuels, stimuli auditifs : nature différente, chemins différents ?*

À l'image de Bonin et al. (2015), qui ont montré qu'en fonction de la tâche réalisée (dénomination d'image, copie sous dictée, copie immédiate) des niveaux de traitement différents allaient pouvoir être mobilisés, la comparaison de l'Expérience 1 et de l'Expérience 3 indique que la nature des stimuli va également pouvoir influencer les niveaux de traitement impliqués dans l'écriture.

Adapté à partir du modèle proposé par Bonin et al. (2015), la récupération des codes orthographiques avec des stimuli auditifs (en bleu, traits pointillés) et visuels (en rose – et en gris clair –, traits pleins) a été illustrée dans la Figure 21 (les niveaux de traitements – cf. sémantique et graphémique – indiqués en gris foncé sont communs aux deux stimuli).

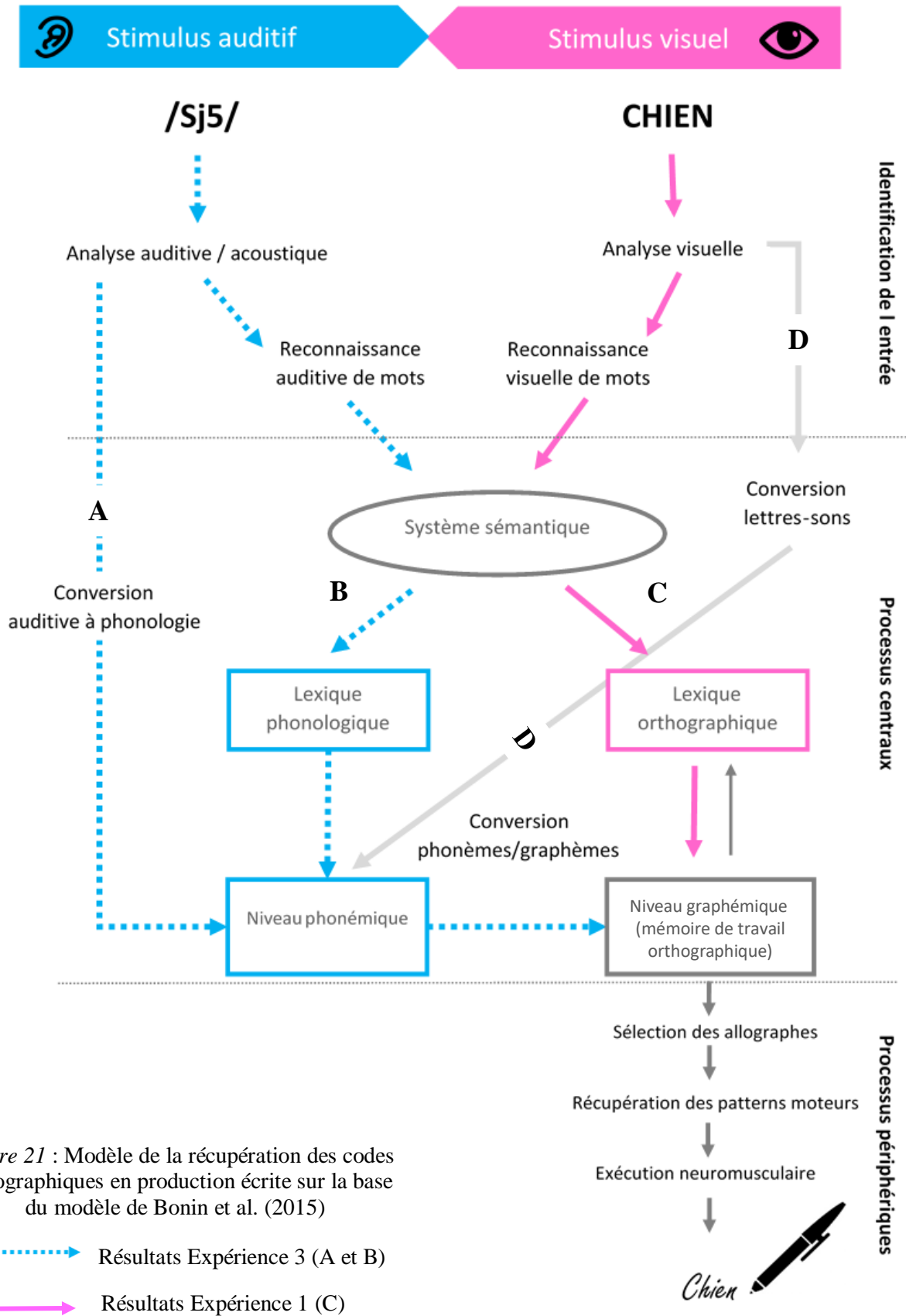


Figure 21 : Modèle de la récupération des codes orthographiques en production écrite sur la base du modèle de Bonin et al. (2015)

Les résultats de l'Expérience 1 ont indiqué qu'avec des stimuli visuels, les codes orthographiques sont directement récupérés à partir du système sémantique (voie C – Flèches en traits pleins, couleur rose). Les résultats obtenus ont également indiqué que les codes phonologiques ne sont a priori pas (ou très peu) mobilisés (voies B et D). Les résultats de l'Expérience 3 suggèrent qu'avec des stimuli auditifs, les codes orthographiques sont récupérés par la médiation des codes phonologiques (voies A et B – Flèches en traits pointillés, couleur bleue).

Suivant la proposition de Bonin et al. (2015), deux voies d'accès sont possibles : une voie lexicale (voie B) où les codes orthographiques sont récupérés par la mobilisation du lexique phonologique, des phonèmes et enfin du système de conversion phonèmes-graphèmes et une voie sous-lexicale (voie A) où les codes orthographiques sont récupérés en passant par la conversion auditive / phonologique, puis par le niveau phonèmes et la conversion phonèmes-graphèmes. Bien que les expériences menées dans cette thèse ne permettent pas de déterminer le chemin exact emprunté dans l'Expérience 3 pour l'accès aux codes orthographiques, suivant le principe du rasoir d'Ockham, il semble plus simple de penser que la voie sous-lexicale (voie A) qui est a priori plus « courte » permet d'expliquer les effets observés dans cette expérience.

Les résultats relatifs à l'analyse des durées d'écriture des Expériences 1 et 3 indiquent également que la coordination des traitements se fait différemment avec des stimuli visuels et avec des stimuli auditifs. Avec des stimuli visuels, le traitement du mot semble pouvoir se faire avant l'écriture et pendant l'écriture. Avec des stimuli auditifs, le traitement semble au contraire terminé avant le début de l'écriture. La coordination des processus impliqués dans l'écriture semble donc pouvoir s'adapter en fonction du type de stimuli traités.

2.1.3. Quelle origine pour l'effet orthographique ?

Le processus de reconnaissance de mot est, au moins en partie, à l'origine des effets orthographiques observés dans l'Expérience 1. Dans l'Expérience 2, les effets de facilitation et d'inhibition observés avant et pendant l'écriture dans l'Expérience 1 ne sont plus significatifs. Seule une tendance se dessinait pendant l'écriture avec une facilitation orthographique.

La présence de résultats différents entre l'Expérience 1 et l'Expérience 2 ont également laissé penser que la façon dont les codes orthographiques sont recrutés est

adaptable, ce qu'indiquaient déjà les travaux de Sausset et al. (2012). La bascule d'une partie des traitements réalisés initialement avant le début de l'écriture pendant son exécution observée dans l'Expérience 1 est, en effet, absente dans l'Expérience 2 – alors qu'un effet de facilitation tend à apparaître pendant l'écriture. Cela suggère que le processus de reconnaissance visuelle peut être en partie à l'origine de l'effet de facilitation observé avant le début de l'écriture, mais également que cette facilitation ne permet pas au traitement de l'écriture d'être fait entièrement avant l'écriture. Cela oblige le traitement à se poursuivre pendant l'écriture. À l'inverse, lorsque le processus de reconnaissance visuelle n'est pas impliqué, l'écriture n'est pas plus rapidement initialisée. En revanche, cela entraîne une écriture plus rapide. Il n'est en revanche pas possible de déterminer si l'effet de facilitation observé dans l'Expérience 1 est uniquement orthographique ou orthographique et phonologique. L'Expérience 4 n'a en effet apporté aucun résultat significatif permettant de conclure en faveur d'une de ces deux origines.

2.2. Une aide supplémentaire donnée aux codes phonologiques peut-elle modifier la façon dont l'orthographe est récupérée ?

La présence d'une aide supplémentaire ne semble pas permettre l'activation des codes phonologiques en production écrite. Ainsi, bien que les Expériences 1 et 3 indiquent que la façon dont les codes orthographiques sont accédés est adaptable en fonction de la nature de stimuli, cela ne semble pas être le cas concernant la présence d'une aide supplémentaire.

L'Expérience 5 n'a, tout d'abord, pas permis de déterminer si l'ajout d'une durée supplémentaire pour le traitement des amorces entraîne l'activation des codes phonologiques en production écrite de mots isolés. L'Expérience 6 a indiqué, en revanche, qu'avec une activation supplémentaire des codes phonologiques, cela ne modifie en rien la façon dont les codes orthographiques sont activés. Le chemin emprunté semble correspondre au même que celui utilisé dans l'Expérience 1 (Figure 21, voie C – Traits pleins, couleur bleue).

Contrairement à ce qui a été envisagé sur la base des résultats de Sausset et al. (2012), une flexibilité n'est pas possible dans la récupération des codes orthographiques en production écrite de mots isolés.

2.3. Les codes phonologiques influencent-ils la production écrite de mots isolés chez l'enfant ?

L'absence de résultat significatif dans l'Expérience 7 avec des enfants en classe de CM2, 5^{ème} et 3^{ème} n'a pas permis de répondre à la question initialement posée. De futures recherches sont donc nécessaires pour déterminer la nature de la médiation phonologique, obligatoire ou optionnelle, chez l'enfant.

3. Quelle influence pour les codes orthographiques en production orale ?

Afin de répondre au deuxième objectif de la thèse, un ensemble de six expériences ont été conduites en production orale de mots isolés. L'Expérience 8 a testé si les codes orthographiques sont systématiquement activés chez l'adulte. Les Expériences 9 à 12 ont testé si une aide supplémentaire accordée aux codes orthographiques permet leur activation chez l'adulte, puis l'Expérience 13 a testé cette hypothèse chez l'enfant.

3.1. Les codes orthographiques sont-ils systématiquement mobilisés en production orale ?

L'activation des codes orthographiques en production orale de mots isolés n'est pas systématique. Les résultats de l'Expérience 8 indiquaient uniquement une activation des codes phonologiques. Ces résultats confortent ceux rapportés Bi et al. (2009) ainsi que Roelofs (2006) dans le sens où la tâche utilisée dans l'Expérience 8 ne nécessite pas l'activation des codes orthographiques pour être réalisée – et ils ne sont, en effet, pas activés.

3.2. Une facilitation supplémentaire donnée aux codes orthographiques peut-elle modifier la façon dont un mot est produit à l'oral ?

L'ajout d'une facilitation supplémentaire, qu'elle ait été réalisée avec une durée supplémentaire accordée aux traitements des amorces (Expérience 9) ou avec une activation supplémentaire donnée aux codes orthographiques (Expérience 10), a permis à chaque fois l'activation des codes orthographiques en production de mots isolés.

Ce résultat permet tout d'abord d'étendre les résultats obtenus par Pattamadilok et al. (2011) ainsi que Saletta et al. (2016) en indiquant que les codes orthographiques sont activés comme support face à un contexte difficile, mais également lorsqu'une facilitation

leur est tout simplement donnée. Ces résultats permettent également la remise en question des modèles proposés en production orale qui n'ont jusqu'ici presque jamais proposé de niveau orthographique. Sans entrer dans les différents débats qui existent en production orale de mots isolés (*cf.* Chapitre 2, partie 3.1), un modèle très simplifié a été proposé pour expliquer comment se fait l'activation des codes orthographiques (Figure 22).

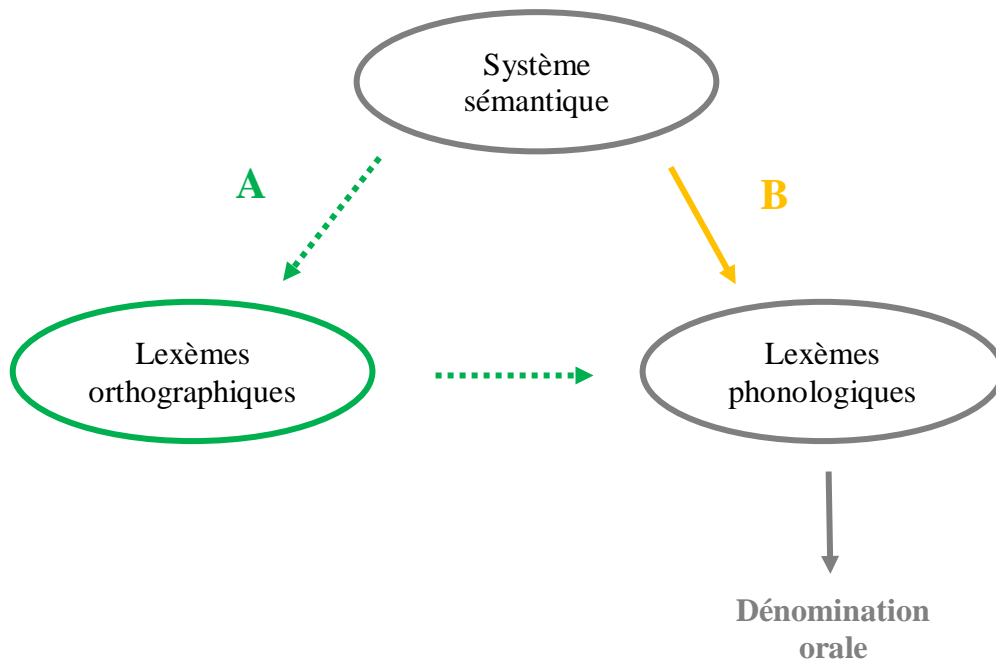


Figure 22 : Illustration de l'intervention des codes orthographiques en production orale sans facilitation supplémentaire (lien B, traits pleins) et avec facilitation supplémentaire (lien A, traits pointillés)

Ainsi, lorsqu'un mot est produit à l'oral, les codes orthographiques ne sont pas systématiquement activés. Par conséquent, la production orale de ce mot repose sur l'activation des codes phonologiques (voie B, traits pleins, en orange). Les codes orthographiques ne sont pas (peu ou peut-être pas suffisamment) activés (voie A, traits pointillés, en vert). Lorsqu'une facilitation supplémentaire est apportée aux codes orthographiques, les codes orthographiques sont alors activés et l'activation des codes orthographiques et phonologiques semble se faire en parallèle depuis le système sémantique (voies A et B).

Ces résultats indiquent également une adaptabilité des processus en production orale de mots isolés lorsqu'une facilitation est apportée. Ils apportent également de nouveaux

éléments en faveur de l'hypothèse d'une influence de l'orthographe en temps réel. L'orthographe n'étant pas systématiquement activée, cela indique que les codes orthographiques sont recrutés de manière additionnelle pendant que la tâche est réalisée, ce qui rejoint notamment les résultats apportés par Pattamadilok et al. (2009, 2011), et par Perre et al. (2008, 2009).

3.3. Les codes orthographiques peuvent-ils influencer la production orale de mots isolés chez l'enfant lorsqu'une activation supplémentaire leur est donnée ?

L'absence de résultats significatifs dans l'Expérience 13 avec des enfants en classe de CM2, 5^{ème} et 3^{ème} n'a pas permis de conclure si une facilitation supplémentaire permet également l'activation des codes orthographiques en production orale de mots isolés chez l'enfant. De futures recherches sont donc nécessaires pour apporter de nouveaux éléments de réponse à cette question.

4. L'influence entre langage oral et langage écrit est-elle réciproque ?

Selon nos résultats, l'influence du langage écrit sur le langage oral est, a priori, plus importante que ne l'est l'influence du langage oral sur le langage écrit, ce qui, au vu de l'antériorité phylogénétique et ontogénétique du langage oral sur le langage écrit, peut paraître surprenant.

En production écrite, l'ensemble des expériences conduites chez l'adulte (Expérience 1 à 6) indiquent finalement que les codes phonologiques ne sont mobilisés que dans une des situations testées : seule la présence d'amorces auditives permet leurs activations. Cela semble indiquer que les codes phonologiques sont au final très peu utilisés en production écrite.

En production orale, l'ensemble des expériences conduites chez l'adulte (Expérience 8 à 12) indiquent, bien que l'activation des codes orthographiques ne soit pas systématique, qu'il existe des situations où ces derniers vont être recrutés. Pattamadilok et al. (2011) ou encore Saletta et al. (2016) ont indiqué que les codes orthographiques pouvaient servir de support à la production orale en cas de difficulté. Les résultats de cette thèse indiquent que les codes orthographiques peuvent même venir influencer la production orale,

en ajoutant simplement une facilitation supplémentaire à ces codes orthographiques – sans qu’il y ait de difficulté particulière dans la tâche réalisée.

Ces résultats indiquent tout d’abord que les codes orthographiques et les codes phonologiques, bien qu’étant respectivement les codes de l’écrit et les codes de l’oral ne sont pas restreints à n’intervenir que dans une seule forme de langage. Cela indique donc que ces deux formes de langage ont une influence l’une sur l’autre, ce qui était déjà envisagé par quelques chercheurs travaillant en production écrite. Bonin et al. (1997) ont par exemple proposé un modèle (voir Chapitre 2, partie 3.1 pour le détail de ce modèle) permettant à la fois d’expliquer la production écrite et la production orale. Les résultats de cette thèse encouragent ce type de modèle car ils sont compatibles avec les résultats obtenus ici en production écrite et en production orale.

La présence d’une asymétrie dans l’influence où le langage oral est plus influencé par le langage écrit que le langage écrit ne l’est par l’oral invite également à la prudence sur les a priori qu’il est possible d’avoir. En effet, si intuitivement il est aisé de penser que le langage écrit a bien plus de probabilité d’être influencé par le langage oral, les résultats de la présente thèse vont à l’encontre de cette intuition... intuition sur laquelle beaucoup de recherches se sont appuyées à l’écrit, comme à l’oral, ce qui explique par exemple que la présence des codes phonologiques en production écrite soit très tôt envisagée quand les codes orthographiques ne sont à l’inverse que très peu envisagés en production orale.

5. Perspectives de recherches

Compte tenu des résultats apportés par cette thèse, il semble avant tout important de continuer à étudier la production orale et la production écrite conjointement plutôt que séparément. Les différentes expériences réalisées ont également souligné certains points de réflexion qui demanderaient à être l’objet de futures recherches.

5.1. En production écrite

5.1.1. Influence lexicale ou sous-lexicale de la phonologie ?

Les résultats de l’Expérience 3 indiquent que les codes phonologiques peuvent être activés en production écrite de mots isolés sans pour autant permettre de localiser le niveau de traitement par lequel les codes phonologiques permettent l’activation des codes

orthographiques. Dans l'hypothèse de l'autonomie orthographique, deux origines possibles sont proposées : lexicale (Allport & Funnell, 1981 ; Patterson & Shewell, 1987) ou sous-lexicale (Ellis, 1982 ; Ellis et al., 1983). Bien que les résultats obtenus suggèrent indirectement une origine sous-lexicale, il conviendra de mener de futures études pour déterminer la voie responsable de la facilitation phonologique observée.

5.1.2. Étudier la médiation phonologique obligatoire et l'autonomie orthographique chez l'enfant

L'étude de la production écrite de mots, même isolés, est relativement délicate chez l'enfant dans le sens où il s'agit d'une habileté que les enfants commencent parfois tout juste à apprendre. Il convient donc de proposer des tâches adaptées à la fois à l'étude de la question de recherche mais aussi, avant tout, aux capacités graphiques et cognitives de l'enfant (e.g. mémoire, attention, etc.).

Ainsi, la plupart des études ont proposé une tâche de copie de lettres (Alamargot & Morin, 2015 ; Kandel & Perret, 2015) ou une tâche de copie de mots en lettres cursives (Kandel et al., 2009 ; Kandel, Peereman, Grosjacques & Fayol, 2011 ; Kandel & Perret, 2015 ; Kandel, Soler, Valdois & Gros, 2006 ; Kandel & Valdois, 2006a ; Soler & Kandel, 2009) ou majuscules (Vilageliu & Kandel, 2012). À notre connaissance, seule une étude a utilisé un paradigme plus complexe. Kandel et Soler (2010) ont proposé à des enfants de CP la copie de mots cognates français / catalan en lettre cursive. Cette tâche restait néanmoins basée sur de la copie de mots, ce qui permettait de s'assurer que la tâche reste accessible même à des enfants en début d'apprentissage de l'écriture.

Le problème qui s'est posé dans cette thèse est que, pour étudier la question de médiation phonologique (obligatoire ou optionnelle), une tâche de copie de mots ne semblait guère adaptée. Il a en effet été impossible d'aboutir à une manipulation expérimentale permettant d'aborder la question sur cette base. Bien que le paradigme proposé dans la présente thèse semble perfectible, il conviendra à l'avenir de chercher à proposer de nouvelles méthodes adaptées à ce type de questionnement.

5.2. En production orale

Chez l'adulte l'activation non systématique des codes orthographiques en production orale de mots isolés suggère une activation des codes orthographiques en temps réel, pendant

que la tâche est réalisée. Il serait intéressant à présent de répliquer ces résultats en ajoutant des mesures en imagerie cérébrale (IRM) afin d'apporter de nouveaux arguments en faveur de l'hypothèse de l'intervention des codes orthographiques en temps réel. Suivant cette hypothèse, l'activation des codes orthographiques observée dans les expériences rapportées dans le Chapitre 7 devrait être accompagnée d'une activation de la *visual word form area* lorsque les codes sont activés. Chez l'enfant, la question reste ouverte.

6. Conclusion générale

L'objectif de cette thèse était d'étudier l'influence réciproque entre le langage écrit et le langage oral au travers de la co-activation des codes orthographiques et phonologiques. Les expériences menées chez l'adulte ont tout d'abord permis d'indiquer que les codes phonologiques n'étaient pas systématiquement activés en production écrite tout comme les codes orthographiques n'étaient pas systématiquement activés en production orale. Les résultats obtenus indiquent également que les processus impliqués dans la production écrite ne semblent pas pouvoir s'adapter, à l'inverse des processus impliqués dans la production orale. Ce résultat amène à la conclusion que l'influence du langage écrit sur le langage oral est plus importante que l'influence du langage oral sur le langage écrit.



Bibliographie

The word "Bibliographie" is written in a black, elegant, cursive-style font. The letter "B" is particularly large and features a decorative flourish that extends upwards and to the left, resembling a branch with small leaves and a butterfly. Another similar decorative branch with leaves and a butterfly is positioned below the letters "i", "o", and "g". The overall design is artistic and decorative.

- Adams, M. J. (1990). *Beginning to read*. Cambridge, MA: Bradford.
- Afonso, O., & Álvarez, C. J. (2011). Phonological effects in handwriting production: Evidence from the implicit priming paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *37*(6), 1474.
- Aitchison, J., & Todd, P. (1982). Slips of the mind and slips of the pen. In B. N. Chir & W. von Raffler-Engel (Eds.), *Language and cognitive styles: Patterns of neurolinguistics and psycholinguistic development* (pp. 180–194). Leiden, NL: Swets and Zeitlinger.
- Alajouanine, T., & Lhermitte, F. (1960). Les troubles des activités expressives du langage dans l'aphasie. Leurs relations avec les apraxies. *Revue Neurologique*, *102*, 604-629.
- Alamargot, D., Chesnet, D., Dansac, C., & Ros, C. (2006). Eye and pen: A new device for studying reading during writing. *Behavior Research Methods*, *38*(2), 287-299.
- Alamargot, D., & Morin, M. F. (2015). Does handwriting on a tablet screen affect students' graphomotor execution? A comparison between grades two and nine. *Human Movement Science*, *44*, 32-41.
- Alario, F. X., Costa, A., Ferreira, V. S., & Pickering, M. J. (2006). Architectures, representations and processes of language production. *Language and Cognitive Processes*, *21*(7-8), 777-789.
- Alario, F. X., Perre, L., Castel, C., & Ziegler, J. C. (2007). The role of orthography in speech production revisited. *Cognition*, *102*(3), 464-475.
- Alario, F. X., Schiller, N. O., Domoto-Reilly, K., & Caramazza, A. (2003). The role of phonological and orthographic information in lexical selection. *Brain and Language*, *84*(3), 372-398.
- Allport, D. A., & Funnell, E. (1981). Components of the mental lexicon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *B295*(1077), 397-410.
- Álvarez, C., Carreiras, M., & Perea, M. (2004). Are syllables phonological units in visual word recognition? *Language and Cognitive Processes*, *19*(3), 427-452.
- Álvarez, C. J., Cottrell, D., & Afonso, O. (2009). Writing dictated words and picture names: Syllabic boundaries affect execution in Spanish. *Applied Psycholinguistics*, *30*(2), 205-223.

- Augustinova, M., Almeida, E., Clarys, D., Ferrand, L., Izaute, M., Jalenques, I., ... & Silvert, L. (2016). Que mesure l'interférence Stroop? Quand et comment? Arguments méthodologiques et théoriques en faveur d'un changement de pratiques dans sa mesure. *L'Année Psychologique*, *116*(1), 45-66.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, *59*(4), 390-412.
- Babineau, M. & Peperkamp, S. (2017). L'acquisition du langage chez le bébé. In: *L'éducation à la lumière des neurosciences. Actes du 12ème colloque Petite Enfance* (pp. 55-62). Genève : Service de la Petite Enfance.
- Backman, J., Bruck, M., Hebert, M., & Seidenberg, M. S. (1984). Acquisition and use of spelling-sound correspondences in reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, *38*(1), 114-133.
- Bakan, P., & Alperson, B. (1967). Pronounceability, attentivity, and interference in the color-word test. *The American Journal of Psychology*, *80*(3), 416-420.
- Balasubramanian, V., & Cohen, H. (2014). Cognitive neuropsychological analysis of isolated agraphia: Review and report of a new case. *Journal of Neurolinguistics*, *28*, 48-62.
- 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.
- Basso, A., Taborelli, A., & Vignolo, L.A. (1978). Dissociated disorders of speaking and writing in aphasia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, *41*, 556-563.
- Bates, E., Dale, P. S., & Thal, D. (1995). Individual differences and their implications for theories of language development. In P. Fletcher & Brian MacWhinney (Eds.), *Handbook of Child Language* (pp. 96-151). Oxford: Basil Blackwell.
- Bates, E., Marchman, V., Thal, D., Fenson, L., Dale, P., Reznick, J. S., ... & Hartung, J. (1994). Developmental and stylistic variation in the composition of early vocabulary. *Journal of Child Language*, *21*(1), 85-123.
- Beauvois, M. F., & Derouesne, J. (1981). Lexical or orthographic agraphia. *Brain*, *104*, 21-49.

- Berninger, V. W. (1999). Coordinating transcription and text generation in working memory during composing: Automatic and constructive processes. *Learning Disability Quarterly*, 22(2), 99-112.
- Berninger, V. W., & Swanson, H. L. (1994). Modifying Hayes and Flower's model of skilled writing to explain beginning and developing writing. *Advances in Cognition and Educational Practice*, 2, 57-81.
- Besner, D., Stolz, J. A., & Boutilier, C. (1997). The Stroop effect and the myth of automaticity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(2), 221-225.
- Bi, Y., Wei, T., Janssen, N., & Han, Z. (2009). The contribution of orthography to spoken word production: Evidence from Mandarin Chinese. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(3), 555-560.
- Bibi, U., Tzelgov, J., & Henik, A. (2000). Stroop effect in words that differ from color words in one letter only. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(4), 678-683.
- Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S., Springer, J. A., Kaufman, J. N., & Possing, E. T. (2000). Human temporal lobe activation by speech and nonspeech sounds. *Cerebral Cortex*, 10(5), 512-528.
- Blau, V., Reithler, J., van Atteveldt, N., Seitz, J., Gerretsen, P., Goebel, R., & Blomert, L. (2010). Deviant processing of letters and speech sounds as proximate cause of reading failure: a functional magnetic resonance imaging study of dyslexic children. *Brain*, 133(3), 868-879.
- Bolger, D. J., Perfetti, C. A., & Schneider, W. (2005). Cross-cultural effect on the brain revisited: Universal structures plus writing system variation. *Human Brain Mapping*, 25(1), 92-104.
- Bonin, P. (2013). *Psychologie du langage: approche cognitive de la production verbale des mots*. Bruxelles : De Boeck Supérieur.
- Bonin, P., & Fayol, M. (1996). Producing isolated words from pictures, from orally and visually presented words: An on-line study of naming and writing. In G. Rijlaarsdam, H. van den Bergh, & M. Couzjin (Eds.), *Theories, Models and Methodology in Writing Research* (pp. 145-158). Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Bonin, P., Fayol, M., & Gombert, J. E. (1997). Role of phonological and orthographic codes in picture naming and writing: An interference paradigm study. *Current Psychology of Cognition*, 16, 299-324.

- Bonin, P., Fayol, M., & Peereman, R. (1998). Masked form priming in writing words from pictures: Evidence for direct retrieval of orthographic codes. *Acta Psychologica, 99*, 311-328. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(98\)00017-1](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(98)00017-1)
- Bonin, P., Méot, A., Lagarrigue, A., & Roux, S. (2015). Written object naming, spelling to dictation, and immediate copying: Different tasks, different pathways? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 68*(7), 1268-1294.
- Bonin, P., Peereman, R., & Fayol, M. (2001). Do phonological codes constrain the selection of orthographic codes in written picture naming? *Journal of Memory and Language, 45*, 688-720.
- 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*, 203-219.
- Brault, M.-C., Dion, É. & Dupéré, V. (2014). Les analyses multiniveaux. Illustration à l'aide d'une étude évaluant l'efficacité d'une intervention scolaire ciblant les problèmes d'attention en classe et les difficultés de lecture. In M. Corbière & N. Larivière (Eds.), *Méthodes qualitatives, quantitatives et mixtes dans la recherche en sciences humaines, sociales et de la santé* (pp. 505-524). Québec: PUQ.
- Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Kujala, J. V., Guttorm, T. K., Martin, E., ... & Richardson, U. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter-speech sound correspondences. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 107*(17), 7939-7944.
- Brooks, L. (1977). Visual pattern in fluent word identification. In A. S. Reber & D. L. Scarborough (Eds.), *Toward a psychology of reading* (pp. 143-181). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Büchel, C., Price, C., & Friston, K. (1998). A multimodal language region in the ventral visual pathway. *Nature, 394*(6690), 274.
- Buuren, S. V., & Groothuis-Oudshoorn, K. (2010). MICE: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software, 1*-68.
- Cai, Q., Paulignan, Y., Brysbaert, M., Ibarrola, D., & Nazir, T. A. (2009). The left ventral occipito-temporal response to words depends on language lateralization but not on visual familiarity. *Cerebral Cortex, 20*(5), 1153-1163.
- Calfee, R. C., & Drum, P. (1986). Research on teaching reading. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 804-849). New York: MacMillan.

- Calvert, G. A., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Campbell, R., Williams, S. C., McGuire, P. K., ... & David, A. S. (1997). Activation of auditory cortex during silent lipreading. *Science*, *276*(5312), 593-596.
- Caramazza, A. (1997). How many levels of processing are there in lexical access? *Cognitive Neuropsychology*, *14*(1), 177-208.
- Caramazza, A., & Miceli, G. (1990). The structure of graphemic representations. *Cognition*, *37*(3), 243-297.
- Carreiras, M., Seghier, M. L., Baquero, S., Estévez, A., Lozano, A., Devlin, J. T., & Price, C. J. (2009). An anatomical signature for literacy. *Nature*, *461*(7266), 983.
- 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: A Journal of Neurology*, *121*(6), 1053-1063.
- Chang, E. F., Rieger, J. W., Johnson, K., Berger, M. S., Barbaro, N. M., & Knight, R. T. (2010). Categorical speech representation in human superior temporal gyrus. *Nature Neuroscience*, *13*(11), 1428.
- Changizi, M. A., Zhang, Q., Ye, H., & Shimojo, S. (2006). The structures of letters and symbols throughout human history are selected to match those found in objects in natural scenes. *The American Naturalist*, *167*(5), E117-E139.
- Chen, W. F., Chao, P. C., Chang, Y. N., Hsu, C. H., & Lee, C. Y. (2016). Effects of orthographic consistency and homophone density on Chinese spoken word recognition. *Brain and Language*, *157*, 51-62.
- Chen, J. Y., Chen, T. M., & Dell, G. S. (2002). Word-form encoding in Mandarin Chinese as assessed by the implicit priming task. *Journal of Memory and Language*, *46*(4), 751-781.
- Chéreau, C., Gaskell, M. G., & Dumay, N. (2007). Reading spoken words: Orthographic effects in auditory priming. *Cognition*, *102*, 341-360. doi:10.1016/j.cognition.2006.01.001
- Chetail, F., & Content, A. (2013). Segmentation of written words in French. *Language and Speech*, *56*(1), 125-144.
- Cholin, J., Dell, G. S., & Levelt, W. J. (2011). Planning and articulation in incremental word production: Syllable-frequency effects in English. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *37*(1), 109.

- Clark, H. H. (1973). The language-as-fixed-effect fallacy: A critique of language statistics in psychological research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *12*(4), 335-359.
- Cohen, L., & Dehaene, S. (1996). Cerebral networks for number processing: Evidence from a case of posterior callosal lesion. *Neurocase*, *2*(3), 155-174.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M. A., & Michel, F. (2000). The visual word form area: spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain*, *123*(2), 291-307.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of information processing* (pp. 151-216). London: Academic Press.
- 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.
- Cunningham, A. E. (2006). Accounting for children's orthographic learning while reading text: Do children self-teach? *Journal of Experimental Child Psychology*, *95*, 56-77.
- Cunningham, A. E., Perry, K. E., & Stanovich, K. E. (2001). Converging evidence for the concept of orthographic processing. *Reading and Writing*, *14*, 549-568.
- Cunningham, A. E., Perry, K. E., Stanovich, K. E., & Share, D. L. (2002). Orthographic learning during reading: Examining the role of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*, 185-199.
- Dalrymple-Alford, E. C. (1972). Associative facilitation and interference in the Stroop color-word task. *Perception & Psychophysics*, *11*(4), 274-276.
- Dalrymple-Alford, E. C., & Budayr, B. (1966). Examination of some aspects of the Stroop color-word test. *Perceptual and Motor Skills*, *23*(3_suppl), 1211-1214.
- Damian, M. F. (*in press*). A role of phonology in orthographic production? A historical perspective and some recent new evidence. In T. Olive & C. Perret (Eds.), *Reading and Writing*. Leiden / Boston (NL): Brill.
- Damian, M. F., & Bowers, J. S. (2003). Effects of orthography on speech production in a form-preparation paradigm. *Journal of Memory and Language*, *49*(1), 119-132.
- Damian, M. F., & Bowers, J. S. (2009). Assessing the role of orthography in speech perception and production: Evidence from picture-word interference tasks. *European Journal of Cognitive Psychology*, *21*(4), 581-598.

- Damian, M. F., Dorjee, D., & Stadthagen-Gonzalez, H. (2011). Long-term repetition priming in spoken and written word production: Evidence for a contribution of phonology to handwriting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(4), 813
- Damian, M. F., & Qu, Q. Q. (2013). Is handwriting constrained by phonology? Evidence from Stroop tasks with written responses and Chinese characters. *Frontiers in Psychology*, 4, Article no. 765. doi:10.3389/fpsyg.2013.00765
- Danziger, S., Estévez, A. F., & Marí-Beffa, P. (2002). Stroop Interference effects in partially colored Stroop words. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(3), 536-541.
- de Boysson-Bardie, B. (1999). *Comment la parole vient aux enfants*. Paris : Odile Jacob.
- de Jong, P. F., Bitter, D. J. L., van Setten, M., & Marinus, E. (2009). Does phonological recoding occur during silent reading, and is it necessary for orthographic learning? *Journal of Experimental Child Psychology*, 104, 267-282.
- de Jong, P. F., & Share, D. L. (2007). Orthographic learning during oral and silent reading. *Scientific Studies of Reading*, 11, 55-71.
- de Schotten, M.T., Cohen, L., Amemiya, E., Braga, L. W., & Dehaene, S. (2012). Learning to read improves the structure of the arcuate fasciculus. *Cerebral Cortex*, 24(4), 989-995.
- Dehaene, S. (2005). Evolution of human cortical circuits for reading and arithmetic: The “neuronal recycling” hypothesis. In S. Dehaene, J.R. Duhamel, M.D. Hauser & G. Rizzolatti (Eds.), *From monkey brain to human brain* (Proceedings of the 9th Fyssen symposium) (pp. 133-157). Cambridge, MA: MIT.
- Dehaene, S. (2009). *Reading in the brain: The new science of how we read*. London: Penguin.
- Dehaene, S. (2013, May). Inside the letterbox: how literacy transforms the human brain. In *Cerebrum: the Dana forum on brain science* (Vol. 2013). Dana Foundation forum on brain science.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384-398.
- Dehaene, S., Le Clec'H, G., Poline, J. B., Le Bihan, D., & Cohen, L. (2002). The visual word form area: a prelexical representation of visual words in the fusiform gyrus. *Neuroreport*, 13(3), 321-325.

- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Nunes Filho, G., Jobert, A., ... & Cohen, L. (2010). How learning to read changes the cortical networks for vision and language. Published online november 11th. *Science*, 1194140. doi:10.1126/science.1194140
- Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S., & Hertz-Pannier, L. (2002). Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science*, 298(5600), 2013-2015.
- Dehaene-Lambertz, G., Hertz-Pannier, L., Dubois, J., & Dehaene, S. (2008). How does early brain organization promote language acquisition in humans?. *European Review*, 16(4), 399-411.
- Delattre, M., Bonin, P., & Barry, C. (2006). Written spelling to dictation: Sound-to-spelling regularity affects both writing latencies and durations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(6), 1330-1340.
- Dell, G. S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 93(3), 283.
- Dell, G. S. (1988). The retrieval of phonological forms in production: Tests of predictions from a connectionist model. *Journal of Memory and Language*, 27(2), 124.
- Dell, G. S. (1990). Effects of frequency and vocabulary type on phonological speech errors. *Language and Cognitive Processes*, 5(4), 313-349.
- Dell, G. S., & O'Seaghdha, P. G. (1991). Mediated and convergent lexical priming in language production: A comment on Levelt et al (1991). *Psychological Review*, 98(4), 604-614.
- Dell, G. S., & O'Seaghdha, P. G. (1992). Stages of lexical access in language production. *Cognition*, 42(1-3), 287-314.
- Dell, G. S., Schwartz, M. F., Martin, N., Saffran, E. M., & Gagnon, D. A. (1997). Lexical access in aphasic and nonaphasic speakers. *Psychological Review*, 104(4), 801.
- Dessalles, J. L., Picq, P., & Victorri, B. (2010). *Les origines du langage*. Paris : Editions Le Pommier.
- Diez-Roux, A. V. (1998). Bringing context back into epidemiology: variables and fallacies in multilevel analysis. *American Journal of Public Health*, 88(2), 216-222.
- Dijkstra, T., Roelofs, A., & Fieuws, S. (1995). Orthographic effects on phoneme monitoring. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 49(2), 264.

- Donner, A., & Koval, J. J. (1980). The estimation of intraclass correlation in the analysis of family data. *Biometrics*, 19-25.
- Eddy, M. D., Grainger, J., Holcomb, P. J., & Gabrieli, J. D. (2016). Orthographic and phonological processing in developing readers revealed by ERPs. *Psychophysiology*, 53(12), 1776-1783.
- Eduscol (2015, Septembre). *L'écriture à l'école maternelle*. Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ressources maternelle-Graphisme et écriture.http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Ecriture/43/7/Ress_c1_Ecriture_ecriture_456437.pdf
- Ellis, A. W. (1982). Spelling and writing (and reading and speaking). In A. W. Ellis (Ed.), *Normality and pathology in cognitive functions* (pp. 113-146). London: Academic Press.
- Ellis, A. W., Miller, D., & Sin, G. (1983). Wernicke's aphasia and normal language processing: A case study in cognitive neuropsychology. *Cognition*, 15(1-3), 111-144.
- Ehri, L. C., & Wilce, L. S. (1985). Movement into reading: Is the first stage of printed word learning visual or phonetic? *Reading Research Quarterly*, 20, 163-179.
- Ehri, L. C., & Wilce, L. S. (1987). Cipher versus cue reading: An experiment in decoding acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 79, 3-13
- Fayol, M., & Miret, A. (2005). Écrire, orthographier et rédiger des textes. *Psychologie Française*, 50(3), 391-402.
- Fernandes, T., Leite, I., & Kolinsky, R. (2016). Into the looking glass: Literacy acquisition and mirror invariance in preschool and first-grade children. *Child Development*, 87(6), 2008-2025.
- Ferrand, L., Grainger, J., Segui, J., 1994. A study of masked form priming in picture and word naming. *Memory and Cognition*, 22, 431-441.
- Ferrand, L., & New, B. (2003). Syllabic length effects in visual word recognition and naming. *Acta Psychologica*, 113(2), 167-183.
- Forster, K. I., Wales, R. J., & Walker, E. C. T. (1976). New approaches to language mechanisms. *Accessing the Mental Lexicon*, 257-276.
- Frauenfelder, U. H., Segui, J., & Dijkstra, T. (1990). Lexical effects in phonemic processing: Facilitatory or inhibitory?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(1), 77.

- Frith, U. (1998). Literally changing the brain. *Brain: A Journal of Neurology*, 121(6), 1011-1012.
- Frost, S. J., Fowler, C. A., & Rueckl, J. G. (1998). Bidirectional consistency: effects of a phonology common to speech and reading. *Manuscript submitted for publication*.
- Frost, R., & Katz, L. (1989). Orthographic depth and the interaction of visual and auditory processing in word recognition. *Memory & Cognition*, 17(3), 302-310.
- Frost, R., Repp, B. H., & Katz, L. (1988). Can speech perception be influenced by simultaneous presentation of print. *Journal of Memory and Language*, 27(6), 741-755.
- Frost, R., & Ziegler, J. C. (2007). Speech and spelling interaction: The interdependence of visual and auditory word recognition. In G. Gaskell (Ed.), *The Oxford handbook of psycholinguistics* (pp. 107-118). Oxford: Oxford University Press.
- Gerhand, S., & Barry, C. (1998). Word frequency effects in oral reading are not merely age-of-acquisition effects in disguise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(2), 267.
- Geschwind, N. (1969). Problems in the anatomical understanding of the aphasias. In A. L. Benton (Ed.), *Brain & Behavior, Research in clinical neuropsychology* (pp. 107-128). Chicago: Aldine.
- Glaser, W. R., & Glaser, M. O. (1989). Context effects in Stroop-like word and picture processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 13-42
- Goldrick, M. (2006). Limited interaction in speech production: Chronometric, speech error, and neuropsychological evidence. *Language and Cognitive Processes*, 21(7-8), 817-855.
- Goodman-Schulman, R., & Caramazza, A. (1987). Patterns of dysgraphia and the nonlexical spelling process. *Cortex*, 23(1), 143-148.
- Goswami, U. (2002). In the beginning was the rhyme? A reflection on Hulme, Hatcher, Nation, Brown, Adams, and Stuart (2002). *Journal of Experimental Child Psychology*, 82(1), 47-57.
- Goswami, U., & Bryant, P. (1990). *Essays in developmental psychology series. Phonological skills and learning to read*. Hillsdale, NJ, US.
- Gough, P.B. (1983). Context, form, and interaction. In K. Rayner (Ed.), *Eye movements in reading* (pp. 203-211). New York: Academic Press

- Graham, S., Berninger, V., Weintraub, N., & Schafer, W. (1998). Development of handwriting speed and legibility in grades 1-9. *The Journal of Educational Research*, 92(1), 42-52.
- Grainger, J., & Ferrand, L. (1994). Phonology and orthography in visual word recognition: Effects of masked homophone primes. *Journal of Memory and Language*, 33, 218-218.
- 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., Lété, B., Bertand, D., Dufau, S., & Ziegler, J. C. (2012). Evidence for multiple routes in learning to read. *Cognition*, 123(2), 280-292.
- Hall, T.A. (2006). Syllable: Phonology. In K. Brown (Ed.). *Encyclopedia of language & linguistics* (2nd ed.) (pp. 329-333). Oxford: Elsevier.
- Hallé, P. A., Chéreau, C., & Segui, J. (2000). Where is the/b/in “absurde”[apsyrd]? It is in French listeners' minds. *Journal of Memory and Language*, 43(4), 618-639.
- Hannagan, T., Amedi, A., Cohen, L., Dehaene-Lambertz, G., & Dehaene, S. (2015). Origins of the specialization for letters and numbers in ventral occipitotemporal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(7), 374-382.
- Hashimoto, R., & Sakai, K. L. (2004). Learning letters in adulthood: direct visualization of cortical plasticity for forming a new link between orthography and phonology. *Neuron*, 42(2), 311-322.
- Hasson, U., Levy, I., Behrmann, M., Hendler, T., & Malach, R. (2002). Eccentricity bias as an organizing principle for human high-order object areas. *Neuron*, 34(3), 479-490.
- Head, H. (1926). *Aphasia and Kindred Disorders of Speech*. London: Cambridge University Pres.
- Hecaen, H., & Angelergues, R. (1965). *Pathologie du langage* (Vol. 1). Paris: Larousse.
- Hogaboam, T. W., & Perfetti, C. A. (1978). Reading skill and the role of verbal experience in decoding. *Journal of Educational Psychology*, 70, 717-729.
- Hotopf, N. (1980). Slips of the pen. In U. Frith (Ed.), *Cognitive processes in spelling* (pp. 287-307). London: Academic Press.
- Humphreys, G. W., Riddoch, M. J., & Quinlan, P. T. (1988). Cascade processes in picture identification. *Cognitive Neuropsychology*, 5(1), 67-104.

- Indefrey, P., & Levelt, W. J. (2004). The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, *92*(1-2), 101-144.
- Jäncke, L., Wüstenberg, T., Scheich, H., & Heinze, H. J. (2002). Phonetic perception and the temporal cortex. *Neuroimage*, *15*(4), 733-746.
- Jeffreys, H. (1961). *Theory of probability* (3rd ed.). Oxford, UK: Oxford University Press, Clarendon Press.
- Jusczyk, P. W. (1985). On characterizing the development of speech perception. In J. Melher & R. Fox (Eds), *Neonate Cognition: Beyond the blooming buzzing confusion* (pp. 199-209). Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*(6), 643.
- Kandel, S., Álvarez, C. J., & Vallée, N. (2006). Syllables as processing units in handwriting production. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *32*(1), 18.
- Kandel, S., Hérault, L., Grosjacques, G., Lambert, E., & Fayol, M. (2009). Orthographic vs. phonologic syllables in handwriting production. *Cognition*, *110*(3), 440-444.
- Kandel, S., Peereman, R., Grosjacques, G., & Fayol, M. (2011). For a psycholinguistic model of handwriting production: Testing the syllable-bigram controversy. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *37*(4), 1310.
- Kandel, S., & Perret, C. (2015). How does the interaction between spelling and motor processes build up during writing acquisition? *Cognition*, *136*, 325-336.
- Kandel, S., & Soler, O. (2010). Differential syllable effects when learning to write French and Catalan words. *Current Psychology Letters*, *25*(3).
- Kandel, S., Soler, O., Valdois, S., & Gros, C. (2006). Graphemes as motor units in the acquisition of writing skills. *Reading and Writing*, *19*(3), 313-337.
- Kandel, S., & Valdois, S. (2006a). Syllables as functional units in a copying task. *Language and Cognitive Processes*, *21*, 432-452. doi:10.1080/01690960400018378
- Kandel, S., & Valdois, S. (2006b). French and Spanish-speaking children use different visual and motor units during spelling acquisition. *Psychology Press*, *21*(5), 531-561.
- Kent, R. D. (1976). Anatomical and neuromuscular maturation of the speech mechanism: Evidence from acoustic studies. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *19*(3), 421-447.

- Kinoshita, S., De Wit, B., & Norris, D. (2017). The magic of words reconsidered: Investigating the automaticity of reading color-neutral words in the Stroop task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 43(3), 369.
- Klein, G. S. (1964). Semantic power measured through the interference of words with color-naming. *The American Journal of Psychology*, 77(4), 576-588.
- Kolinsky, R., Morais, J., Cohen, L., Dehaene-Lambertz, G., & Dehaene, S. (2014). The impact of literacy on the language brain areas. *Revue de Neuropsychologie*, 6(3), 173-181.
- Kuhl, P. K. (1993). Innate predispositions and the effects of experience in speech perception: The native language magnet theory. In B. de Boysson-Bardies, S. de Schonen, P. Jusczyk, P. McNeilage & J. Morton (Eds.) *Developmental neurocognition: Speech and face processing in the first year of life* (NATO ASI Series-Series D: Behavioural and Social Sciences, vol 69) (pp. 259-274). Dordrecht: Springer.
- Kuhl, P. K., Williams, K. A., Lacerda, F., Stevens, K. N., & Lindblom, B. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255(5044), 606-608.
- Lambert, E. (2017). Représentations et articulation des processus en production écrite (Habilitation à Diriger des Recherches inédit). Université de Poitiers.
- Lambert, E., Kandel, S., Fayol, M., & Espéret, E. (2008). The effect of the number of syllables on handwriting production. *Reading and Writing*, 21(9), 859-883.
- Lambert, E., & Quémart, P. (2015, June). Ortho-syllables and syllables affect the dynamics of adjective handwriting in French. In C. Rémi; L. Prévost; E. Anquetil, *17th Biennial Conference of the International Graphonomics Society*, Jun 2015, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe. 2015, *Drawing Handwriting Processing Analysis: New Advances and Challenges*. <https://hal.univ-antilles.fr/hal-01165879>
- Lambert, E., Sausset, S., & Rigalleau, F. (2015). The ortho-syllable as a processing unit in handwriting: the mute e effect. *Reading and Writing*, 28(5), 683-698. <https://doi.org/10.1007/s11145-015-9545-4>
- Lane, D.M. (2006). Log Transformations. In *Online Statistics Education: A Multimedia Course of Study* (<http://onlinestatbook.com/>). Project Leader: David M. Lane, Rice University. Retrieved from <http://onlinestatbook.com/2/transformations/log.html>

- Lecanuet, J. P., & Granier-Deferre, C. (1993). Speech stimuli in the fetal environment. In B. de Boysson-Bardies, S. de Schonen, P. Jusczyk, P. McNeilage & J. Morton (Eds.) *Developmental neurocognition: Speech and face processing in the first year of life* (NATO ASI Series-Series D: Behavioural and Social Sciences, vol 69) (pp. 237-248). New York, NY, US: Kluwer Academic/Plenum Publishers. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-015-8234-6>
- 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.
- Levelt, W. J. (1999). Models of word production. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(6), 223-232.
- Levelt, W. J., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(1), 1-38
- Lo, S., & Andrews, S. (2015). To transform or not to transform: Using generalized linear mixed models to analyse reaction time data. *Frontiers in Psychology*, 6, 1171.
- Lupker, S. J. (1982). The role of phonetic and orthographic similarity in picture-word interference. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 36(3), 349.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. The Hague: Mouton.
- Luria, A. R. (1970). *Traumatic Aphasia: Its Syndromes, Psychology and Treatment*. The Hague: Mouton.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163.
- Manis, F. R. (1985). Acquisition of word identification skills in normal and disabled readers. *Journal of Educational Psychology*, 77, 78-90.
- Mei, L., Xue, G., Lu, Z. L., He, Q., Zhang, M., Xue, F., ... & Dong, Q. (2013). Orthographic transparency modulates the functional asymmetry in the fusiform cortex: An artificial language training study. *Brain and Language*, 125(2), 165-172.
- Meulenbroek, R. G., & Van Galen, G. P. (1989). The production of connecting strokes in cursive writing: Developing co-articulation in 8 to 12 year-old children. In R. Plamondon, C.Y. Suen & M.L. Simmer (Eds.), *Computer recognition and human production of handwriting* (pp. 273-286). Singapore: World Scientific Publishing.

- Meyer, A. S. (1990). The time course of phonological encoding in language production: The encoding of successive syllables of a word. *Journal of Memory and Language*, 29, 524-545.
- Meynadier, Y. (2001). La syllabe phonétique et phonologique : une introduction. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 20, 91-148.
- Miceli, G., Benvegnù, B., Capasso, R., & Caramazza, A. (1997). The independence of phonological and orthographic lexical forms: Evidence from aphasia. *Cognitive Neuropsychology*, 14(1), 35-69.
- Miceli, G., Capasso, R., & Caramazza, A. (1999). Sublexical conversion procedures and the interaction of phonological and orthographic lexical forms. *Cognitive Neuropsychology*, 16(6), 557-572.
- Miller, K. M., & Swick, D. (2003). Orthography influences the perception of speech in alexic patients. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(7), 981-990.
- Monzalvo, K., & Dehaene-Lambertz, G. (2013). How reading acquisition changes children's spoken language network. *Brain and Language*, 127(3), 356-365.
- Monzalvo, K., Fluss, J., Billard, C., Dehaene, S., & Dehaene-Lambertz, G. (2012). Cortical networks for vision and language in dyslexic and normal children of variable socio-economic status. *Neuroimage*, 61(1), 258-274.
- Moon, C., Lagercrantz, H., & Kuhl, P. K. (2013). Language experienced in utero affects vowel perception after birth: A two-country study. *Acta Paediatrica*, 102(2), 156-160.
- 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.
- Morais, J., Content, A., Cary, L., Mehler, J., & Segui, J. (1989). Syllabic segmentation and literacy. *Language and Cognitive Processes*, 4(1), 57-67.
- Morris, D. (1992). Concept of word: A pivotal understanding in the learning-to-read process. In S. Templeton & D. R. Bear (Eds.), *Development of orthographic knowledge and the foundation of literacy: A memory festschrift for Edmund H. Henderson* (pp. 53-57). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Morrison, C. M., & Ellis, A. W. (1995). Roles of word frequency and age of acquisition in word naming and lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(1), 116.

- Morton, J. (1969). Interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76(2), 165.
- 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.
- Musca, S. C., Kamiejski, R., Nugier, A., Méot, A., Er-Rafiy, A., & Brauer, M. (2011). Data with hierarchical structure: impact of intraclass correlation and sample size on Type-I error. *Frontiers in Psychology*, 2, 74.
- Nagy, W. E., & Herman, P. A. (1987). Breadth and depth of vocabulary knowledge: Implications for acquisition and instruction. In M. McKeown & M. Curtis (Eds.), *The nature of vocabulary acquisition* (pp. 19-35). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 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., Pallier, C., Brysbaert, M., & Ferrand, L. (2004). Lexique 2: A new French lexical database. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(3), 516-524.
- Olive, T. (2014). Toward a parallel and cascading model of the writing system: A review of research on writing processes coordination. *Journal of Writing Research*, 6(2), 173-194. <http://doi.org/10.17239/jowr-2014.06.02.4>
- Olson, D. R. (1996). Towards a psychology of literacy: On the relations between speech and writing. *Cognition*, 60(1), 83-104.
- Oppenheim, G. M., & Dell, G. S. (2008). Inner speech slips exhibit lexical bias, but not the phonemic similarity effect. *Cognition*, 106(1), 528-537.
- Ort́ega, ́E., & L´et´e, B. (2010). eManulex: Electronic version of Manulex and Manulex-infra databases. Retrieved from <http://www.manulex.org>.
- Ouellette, G., & Fraser, J. R. (2009). What exactly is a ‘‘yait’’ anyway: The role of semantics in orthographic learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104, 239-251.
- Pattamadilok, C., Morais, J., Colin, C., & Kolinsky, R. (2014). Unattentive speech processing is influenced by orthographic knowledge: Evidence from mismatch negativity. *Brain and Language*, 137, 103-111.

- Pattamadilok, C., Morais, J., De Vylder, O., Ventura, P., & Kolinsky, R. (2009). The orthographic consistency effect in the recognition of French spoken words: An early developmental shift from sublexical to lexical orthographic activation. *Applied Psycholinguistics*, 30(3), 441-462.
- Pattamadilok, C., Morais, J., & Kolinsky, R. (2011). Naming in noise: The contribution of orthographic knowledge to speech repetition. *Frontiers in Psychology*, 2, 361.
- Pattamadilok, C., Morais, J., Ventura, P., & Kolinsky, R. (2007). The locus of the orthographic consistency effect in auditory word recognition: Further evidence from French. *Language and Cognitive Processes*, 22(5), 700-726.
- Pattamadilok, C., Perre, L., Dufau, S., & Ziegler, J. C. (2009). On-line orthographic influences on spoken language in a semantic task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(1), 169-179.
- Patterson, K., & Shewell, C. (1987). Speak and spell: Dissociations and word-class effects. In M. Coltheart, G. Satori & R. Job (Eds.), *The cognitive neuropsychology of language* (pp. 273-294). London: Lawrence Erlbaum.
- Peereman, R., Lété, B., & Sprenger-Charolles, L. (2007). Manulex-infra: Distributional characteristics of grapheme—phoneme mappings, and infralexical and lexical units in child-directed written material. *Behavior Research Methods*, 39(3), 579-589.
- Pegado, F., Nakamura, K., Braga, L. W., Ventura, P., Nunes Filho, G., Pallier, C., ... & Dehaene, S. (2014). Literacy breaks mirror invariance for visual stimuli: A behavioral study with adult illiterates. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 887.
- Pegado, F., Nakamura, K., & Hannagan, T. (2014). How does literacy break mirror invariance in the visual system? *Frontiers in Psychology*, 5, 703.
- 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, US: Lawrence Erlbaum.
- Perre, L., Midgley, K., & Ziegler, J. C. (2009). When beef primes reef more than leaf: Orthographic information affects phonological priming in spoken word recognition. *Psychophysiology*, 46(4), 739-746.
- 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.
- Pinel, P., & Dehaene, S. (2010). Beyond hemispheric dominance: brain regions underlying the joint lateralization of language and arithmetic to the left hemisphere. *Journal of Cognitive Neuroscience, 22*(1), 48-66.
- Posnansky, C. J., & Rayner, K. (1978). Visual. vs. phonemic contributions to the importance of the initial letter in word identification. *Bulletin of the Psychonomic Society, 11*(3), 188-190.
- Pulvermüller, F. (1999). Words in the brain's language. *Behavioral and Brain Sciences, 22*(2), 253-279.
- Qu, Q., & Damian, M. F. (2017). Orthographic effects in spoken word recognition: Evidence from Chinese. *Psychonomic Bulletin & Review, 24*(3), 901-906.
- Qu, Q., Damian, M. F., & Li, X. (2015). Phonology contributes to writing: evidence from a masked priming task. *Language, Cognition and Neuroscience, 3798*(September), 1-14. <http://doi.org/10.1080/23273798.2015.1091086>
- Qu, Q., Damian, M. F., Zhang, Q., & Zhu, X. B. (2011). Phonology contributes to writing: Evidence from written word production in a nonalphabetic script. *Psychological Science, 22*, 1107-1112.
- Querleu, D., Renard, X., & Versyp, F. (1981). Les perceptions auditives du fœtus humain. *Médecine et Hygiène, 39*, 2101-2110.
- Raaijmakers, J. G., Schrijnemakers, J. M., & Gremmen, F. (1999). How to deal with “the language-as-fixed-effect fallacy”: Common misconceptions and alternative solutions. *Journal of Memory and Language, 41*(3), 416-426.
- Rapp, B., Benzing, L., & Caramazza, A. (1997). The autonomy of lexical orthography. *Cognitive Neuropsychology, 14*(1), 71-104.
- Rapp, B., & Caramazza, A. (1994). The dissociation of grammatical categories in the spoken vs. written production of a single patient. *Reports of the Cognitive Neuropsychology Laboratory, Report 94-4*, Hopkins University, USA.
- Rapp, B., & Caramazza, A. (1997). The modality-specific organization of grammatical categories: Evidence from impaired spoken and written sentence production. *Brain and Language, 56*(2), 248-286.

- Rapp, B., Epstein, C., & Tainturier, M. J. (2002). The integration of information across lexical and sublexical processes in spelling. *Cognitive Neuropsychology*, *19*(1), 1-29.
- Rayner, K., & Posnansky, C. (1978). Stages of processing in word identification. *Journal of Experimental Psychology: General*, *107*(1), 64.
- Regan, J. (1978). Involuntary automatic processing in color-naming tasks. *Perception & Psychophysics*, *24*(2), 130-136.
- Reich, L., Szwed, M., Cohen, L., & Amedi, A. (2011). A ventral visual stream reading center independent of visual experience. *Current Biology*, *21*(5), 363-368.
- Reis, A., & Castro-Caldas, A. (1997). Illiteracy: A cause for biased cognitive development. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *3*(5), 444-450.
- Reitsma, P. (1983a). Printed word learning in beginning readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *36*, 321-339.
- Reitsma, P. (1983b). Word-specific knowledge in beginning reading. *Journal of Research in Reading*, *6*, 41-56.
- Roelofs, A. (2006). The influence of spelling on phonological encoding in word reading, object naming, and word generation. *Psychonomic Bulletin & Review*, *13*(1), 33-37.
- Roux, S., & Bonin, P. (2012). Cascaded processing in written naming: Evidence from the picture-picture interference paradigm. *Language and Cognitive Processes*, *27*(5), 734-769.
- Roux, S., McKeeff, T. J., Grosjacques, G., Afonso, O., & Kandel, S. (2013). The interaction between central and peripheral processes in handwriting production. *Cognition*, *127*(2), 235-241.
- Saletta, M., Goffman, L., & Brentari, D. (2016). Reading skill and exposure to orthography influence speech production. *Applied Psycholinguistics*, *37*(2), 411-434.
- Sausset, S., Lambert, E., & Olive, T. (2013). Flexibility of orthographic and graphomotor coordination during a handwritten copy task: effect of time pressure. *Frontiers in Psychology*, *4*, 866.
- Sausset, S., Lambert, E., & Olive, T. (2016). La syllabe dans la production écrite de mots. *L'Année Psychologique*, *116*(1), 137-169.
- Sausset, S., Lambert, E., Olive, T., & Larocque, D. (2012). Processing of syllables during handwriting: effects of graphomotor constraints. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *65*(10), 1872-9. <http://doi.org/10.1080/17470218.2012.715654>

- Saygin, Z. M., Osher, D. E., Norton, E. S., Youssoufian, D. A., Beach, S. D., Feather, J., ... & Kanwisher, N. (2016). Connectivity precedes function in the development of the visual word form area. *Nature Neuroscience*, *19*(9), 1250.
- Schiller, P. H. (1966). Developmental study of color-word interference. *Journal of Experimental Psychology*, *72*(1), 105.
- Scinto, L. F. (1986). *Written language and psychological development*. New York: Academic Press.
- Scott, S. K., & Wise, R. J. (2004). The functional neuroanatomy of prelexical processing in speech perception. *Cognition*, *92*(1-2), 13-45.
- Sebastián-Gallés, N., Dupoux, E., Segui, J., & Mehler, J. (1992). Contrasting syllabic effects in Catalan and Spanish. *Journal of Memory and Language*, *31*(1), 18-32.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, *96*(4), 523.
- Seidenberg, M. S., & Tanenhaus, M. K. (1979). Orthographic effects on rhyme monitoring. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, *5*, 546-554. doi: 10.1037/0278-7393.5.6.546
- Shallice, T. (1981). Phonological agraphia and the lexical route in writing. *Brain: A Journal of Neurology*, *104*(3), 413-429.
- Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, *55*, 151-218.
- Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning: A direct test of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, *72*, 95-129.
- Share, D. L. (2004). Orthographic learning at a glance: On the time course and developmental onset of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*, 267-298.
- Share, D. L. (2008). *Orthographic learning, phonological recoding, and self-teaching*. *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 36). London: Elsevier. [http://doi.org/10.1016/S0065-2407\(08\)00002-5](http://doi.org/10.1016/S0065-2407(08)00002-5)
- Shum, J., Hermes, D., Foster, B. L., Dastjerdi, M., Rangarajan, V., Winawer, J., ... & Parvizi, J. (2013). A brain area for visual numerals. *Journal of Neuroscience*, *33*(16), 6709-6715.
- Singer, M. H., Lappin, J. S., & Moore, L. P. (1975). The interference of various word parts on color naming in the Stroop test. *Perception & Psychophysics*, *18*(3), 191-193.

- Slowiaczek, L. M., Soltano, E. G., Wieting, S. J., & Bishop, K. L. (2003). An investigation of phonology and orthography in spoken-word recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *56*(2), 233-262.
- Smith, M.C., Magee, L.E., 1980. Tracing the time course of picture-word processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, *109*, 373-392
- Snijders, T., & Bosker, R. (1999). *Multilevel analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. London: Sage.
- Sokolov, AN (1972). *Inner speech and thought*. New York: Plenum.
- Soler, O., & Kandel, S. (2009). Factores lingüísticos en la programación del trazo en la escritura infantil : importancia de la estructura silábica [Linguistic factors on stroke programming in children's writing: The importance of syllabic structure]. *Infancia y Aprendizaje*, *32*(2), 189-198.
- Sprenger-Charolles, L., Béchennec, D., & Lacert, P. (1998). Place et rôle de la médiation phonologique dans l'acquisition de la lecture/écriture en français: Résultats d'une étude longitudinale (de la Grande Section de Maternelle en fin de CE1). *Revue Française de Pédagogie*, 51-67.
- Starrfelt, R., & Behrmann, M. (2011). Number reading in pure alexia—A review. *Neuropsychologia*, *49*(9), 2283-2298.
- Stone, G. O., & Van Orden, G. C. (1994). Building a resonance framework for word recognition using design and system principles. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *20*(6), 1248.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643-662.
- Stuart, M., & Coltheart, M. (1988). Does reading develop in a sequence of stages? *Cognition*, *30*, 139-181.
- Szwed, M., Qiao, E., Jobert, A., Dehaene, S., & Cohen, L. (2014). Effects of literacy in early visual and occipitotemporal areas of Chinese and French readers. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *26*(3), 459-475.
- Taft, M., Castles, A., Davis, C., Lazendic, G., & Nguyen-Hoan, M. (2008). Automatic activation of orthography in spoken word recognition: Pseudohomograph priming. *Journal of Memory and Language*, *58*(2), 366-379.
- Taft, M., & Hambly, G. (1985). The influence of orthography on phonological representations in the lexicon. *Journal of Memory and Language*, *24*(3), 320-335.

- Tainturier, M. J., & Rapp, B. (2001). The spelling process. In B. Rapp (Ed.), *The handbook of cognitive neuropsychology: What deficits reveal about the human mind* (pp. 263-289). Philadelphia: Psychology Press.
- Tanenhaus, M. K., Flanigan, H. P., & Seidenberg, M. S. (1980). Orthographic and phonological activation in auditory and visual word recognition. *Memory & Cognition*, 8(6), 513-520.
- Van Orden, G. C., & Goldinger, S. D. (1994). Interdependence of form and function in cognitive systems explains perception of printed words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(6), 1269.
- Ventura, P., Kolinsky, R., Brito-Mendes, C., & Morais, J. (2001). Mental representations of the syllable internal structure are influenced by orthography. *Language and Cognitive Processes*, 16(4), 393-418.
- 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.
- Ventura, P., Morais, J., Pattamadilok, C., & Kolinsky, R. (2004). The locus of the orthographic consistency effect in auditory word recognition. *Language and Cognitive processes*, 19(1), 57-95.
- Vihman, M. M., & Miller, R. (1988). Words and babble at the threshold of language: Acquisition. In M. D. Smith & J. L. Locke (Eds.), *Developmental psychology series. The emergent lexicon: The child's development of a linguistic vocabulary* (pp. 151-183). San Diego, CA, US: Academic Press.
- Vilageliu, O. S., & Kandel, S. (2012). A longitudinal study of handwriting skills in pre-schoolers: The acquisition of syllable oriented programming strategies. *Reading and Writing*, 25(1), 151-162.
- Watts, F. N., McKenna, F. P., Sharrock, R., & Trezise, L. (1986). Colour naming of phobia-related words. *British Journal of Psychology*, 77(1), 97-108. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1986.tb01985.x>

- Wang, C., You, W.-P., & Zhang, Q. (2012). 书写产生过程的认知机制 [Cognitive Mechanism of Handwritten Production]. *Advances in Psychological Science*, 20(10), 1560-1572. <http://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2012.01560>
- Wang, C., & Zhang, Q. (2015). Phonological codes constrain output of orthographic codes via sublexical and lexical routes in Chinese written production. *Plos One*, 10(4), e0124470. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0124470>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2010.11.005>.
- Weber, A., & Scharenborg, O. (2012). Models of spoken-word recognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(3), 387-401.
- Weekes, B. S., Davies, R. A., & Chen, M. J. (2002). Picture-word interference effects on naming in Chinese. *Cognitive Neuroscience Studies of the Chinese Language*, 101-127.
- Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 7(1), 49-63.
- Wernicke C. (1874). *Der aphasische Symptomencomplex*. Berlin: Springer-Verlag.
- Whalen, D. H., Benson, R. R., Richardson, M., Swainson, B., Clark, V. P., Lai, S., ... & Liberman, A. M. (2006). Differentiation of speech and nonspeech processing within primary auditory cortex. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119(1), 575-581.
- Zhang, Q., Chen, H. C., Stuart Weekes, B., & Yang, Y. (2009). Independent effects of orthographic and phonological facilitation on spoken word production in Mandarin. *Language and Speech*, 52(1), 113-126.
- Zhang, Q., & Damian, M. F. (2010). Impact of phonology on the generation of handwritten responses: Evidence from picture-word interference tasks. *Memory & Cognition*, 38(4), 519-528.
- Zhang, Q., & Wang, C. (2014). Syllable frequency and word frequency effects in spoken and written word production in a non-alphabetic script. *Frontiers in Psychology*, 5(February), 1-12. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00120>

- Zhang, Q., & Wang, C. (2015). Phonology is not accessed earlier than orthography in Chinese written production: Evidence for the orthography autonomy hypothesis. *Frontiers in Psychology, 6*, Article no. 448. doi:10.3389/fpsyg.2015.00448
- Zhang, Q., & Wang, C. (2016). The temporal courses of phonological and orthographic encoding in handwritten production in Chinese: An ERP study. *Frontiers in Human Neuroscience, 10*, 417.
- Zhang, Q., & Weekes, B. S. (2009). Orthographic facilitation effects on spoken word production: Evidence from Chinese. *Language and Cognitive Processes, 24*(7-8), 1082-1096.
- Zhao, H., La Heij, W., & Schiller, N. O. (2012). Orthographic and phonological facilitation in speech production: New evidence from picture naming in Chinese. *Acta Psychologica, 139*(2), 272-280.
- Ziegler, J. C., Bertrand, D., Lété, B., & Grainger, J. (2014). Orthographic and phonological contributions to reading development: Tracking developmental trajectories using masked priming. *Developmental Psychology, 50*(4), 1026.
- Ziegler, J. C., & Ferrand, L. (1998). Orthography shapes the perception of speech: The consistency effect in auditory word recognition. *Psychonomic Bulletin & Review, 5*(4), 683-689.
- 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. & Grainger., J. . Apprentissage de la lecture, *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 29 août 2018. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/apprentissage-de-la-lecture/>
- Ziegler, J. C., Jacobs, A. M., & Stone, G. O. (1996). Statistical analysis of the bidirectional inconsistency of spelling and sound in French. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 28*(4), 504-515.
- 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., Muneaux, M., & Grainger, J. (2003). Neighborhood effects in auditory word recognition: Phonological competition and orthographic facilitation. *Journal of Memory and Language, 48*(4), 779-793.



Annexes

The word "Annexes" is rendered in a stylized, black, cursive font. The letter 'A' is particularly large and features a thick, rounded top. The text is embellished with delicate black line art of a vine with small leaves and buds. A small butterfly is positioned above the left side of the 'A', and another is below the 'es' portion. The entire graphic is centered on a plain white background.

Annexe 1 : rôle(s) des zones impliquées dans la répétition des non-mots chez les lettrés selon Castro-Caldas et al. (1998)

Localisation (Aire de Brodmann)	Rôle(s)
BA 49	<ul style="list-style-type: none"> - Récupération des souvenirs - Permet le passage de l'information en mémoire à long terme - Impliquée dans la mémoire déclarative - Intègre la navigation dans l'espace et la direction de la tête
Aire de Broca (BA 44 & 45)	<ul style="list-style-type: none"> - Préparation motrice (<i>cf.</i> préparation articulaire) de la parole
BA 47	<ul style="list-style-type: none"> - Reçoit et projette les connexions avec les régions d'associations sensorielles des lobes pariétaux, temporaux et occipitaux
Insula (BA 14 et 15)	<ul style="list-style-type: none"> - Planifie le mouvement articulaire pour le langage - Impliqué dans la mémoire verbale - Impliqué dans la déglutition - Impliqué dans le traitement phonologique
BA 24	<ul style="list-style-type: none"> - Préparation motrice - Récupération de l'image motrice - Attention visuelle et auditive - Mémoire basée sur le temps
Aire dorso-antérieur du gyrus cingulaire (BA 32)	
Cervelet médian	<ul style="list-style-type: none"> - Gère l'exécution motrice
Ganglia basaux	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle du mouvement volontaire - Contrôle le mouvement des yeux - Apprentissage procédural - Rôle dans la motivation - Prise de décision - Décide ce qui passe ou non en mémoire de travail

Thalamus

- Relais pour les signaux sensoriels, incluant les signaux moteurs du cortex
- Régulation du niveau de conscience, de sommeil et d'alerte

Hypothalamus

- Lie le système nerveux au système endocrinien via la glande pituitaire (hypophyse)
 - Régulation des processus métaboliques et de l'activité autonome du système nerveux
-

Annexe 2a : Stimuli utilisés dans les 13 Expériences (à l'exception des Expériences 4 et 12), seules les couleurs jaune et orange étaient présentées aux Enfants – Expérience 7 et 13

Couleur	Condition								
	OP			P			NR		
	Items	Syll.	Freq.	Items	Syll.	Freq.	Items	Syll.	Freq.
Jaune	jeton	2	10,27	génie	2	38,01	faveur	2	36,65
	jeudi	2	26,09	genou	2	54,24	larme	1	45,71
	jeune	1	54,68	genre	1	221,51	odeur	2	49,57
	jumeau	2	13,74	geste	1	40,78	ovale	2	1,88
	juste	2	18,73	girafe	1	3,5	petit	2	221,75
							plume	1	15,29
							reine	1	59,05
							tapis	2	20,13
							visage	2	141,23
							voile	1	20,51
	Orange	obscur	2	11,06	aucun	2	175,78	cabane	2
odeur		2	49,57	audio	2	1,87	canal	2	17,11
opaque		2	0,5	auteur	2	23,52	hiver	2	38,96
otage		2	26,4	homard	2	4,96	jeudi	2	26,09
ovale		2	1,88	hôtel	2	114,67	jumeau	2	13,74
							magie	2	25,66
							navire	2	21,98
							requin	2	12,24
							ruban	2	8,49
							virus	2	23,98
Rouge	rare	1	33,27				carte	1	144,96
	reine	1	59,05				danger	2	80,61
	requin	2	12,24				ferme	1	76,86
	riche	1	73,85				jeton	2	10,27
	ruban	2	8,49				juste	1	18,73
							lune	1	61,02
							opaque	2	0,5
							savon	2	16,68
							vache	1	47,71
							vase	1	10,74
Vert	vache	1	47,71				boite	1	15,43
	vase	1	10,74				cage	1	18,3
	virus	2	23,98				jeune	1	54,68
	visage	2	141,23				lampe	1	25,86
	voile	1	20,51				lapin	2	39,28
							obscur	2	11,06
							otage	2	26,4
							rare	1	33,27
							riche	1	73,85
							tomate	2	20,77

Annexe 2b : Stimuli utilisés pour l'Expérience 4 et l'Expérience 12

Couleur	Condition											
	OP			P			O			NR		
	Items	Syll.	Freq.	Items	Syll.	Freq.	Items	Syll.	Freq.	Items	Syll.	Freq.
Orange	obscur	2	5	aucun	2		oiseau	2	43,78	cabane	2	14,34
	odeur	2	47,19	audio	2		ombre	1	35,98	cristal	2	6,34
	odieux	2	6,22	hauteur	2		ongle	1	2,35	larme	1	5,15
	office	2	6,13	auberge	2		oisif	2	0,36	canne	1	10,21
	oreille	2	34,46	aube	1		onze	1	11,27	lapin	2	26,59
	opaque	2	0,31	hausse	1		oedème	2	1,25	calme	1	58,78
	opéra	3	18,93	hautain	2		ouvrage	2	4,72	navire	2	15,83
	offense	2	5,41	audace	2		ouest	1	27,79	plume	1	6,49
	otage	2	15,22	autel	2		ours	1	23,96	savon	2	15,65
	ovale	2	1,83	augure	2		outil	2	3,63	tapis	2	20,13

Listes des fillers utilisés par couleur

	Items	Syllabes	Fréquence
Jaune	<i>aucun</i>	2	175,78
	<i>audio</i>	2	1,87
	<i>auteur</i>	2	17,62
	<i>homard</i>	2	3,79
	<i>obscur</i>	2	5
	<i>odeur</i>	2	47,19
	<i>odieux</i>	2	6,22
	<i>oiseau</i>	2	43,78
	<i>ombre</i>	1	35,98
	<i>ongle</i>	1	2,35
	<i>frileux</i>	2	0,74
	<i>furet</i>	2	0,69
	<i>sigle</i>	1	0,56
	<i>comète</i>	2	1,96
	<i>poulpe</i>	1	1,48
	<i>menu</i>	2	0,78
	<i>trompeur</i>	2	0,71
<i>lotus</i>	2	0,58	

Le tableau continue en page suivante

Rouge	<i>augure</i>	2	2,13
	<i>honnête</i>	2	43,6
	<i>hoquet</i>	2	1,57
	<i>oeuf</i>	1	13,53
	<i>office</i>	2	6,13
	<i>oisif</i>	2	0,36
	<i>onze</i>	1	11,27
	<i>opaque</i>	2	0,31
	<i>oreille</i>	2	34,46
	<i>ours</i>	1	23,96
	<i>fromage</i>	2	25,68
	<i>barbe</i>	1	23,4
	<i>cravate</i>	2	15,99
	<i>pose</i>	1	15,34
	<i>stylo</i>	2	15,34
	<i>clef</i>	1	14,61
	<i>tente</i>	1	14,4
<i>lecture</i>		13,97	
Vert	<i>audace</i>	2	5,1
	<i>autel</i>	2	7,62
	<i>hommage</i>	2	11,11
	<i>opéra</i>	3	18,93
	<i>orage</i>	2	14,5
	<i>otage</i>	2	15,22
	<i>oubli</i>	2	6,92
	<i>ouest</i>	1	27,79
	<i>outil</i>	2	3,63
	<i>ovale</i>	2	1,83
	<i>futur</i>	2	25,73
	<i>page</i>	1	25,16
	<i>poule</i>	1	23,5
	<i>culture</i>	2	18,76
	<i>cirque</i>	1	22,95
	<i>statue</i>	1	15,42
	<i>mouche</i>	1	15,36
<i>boue</i>	1	15,09	

Annexe 3 : Code statistique utilisé sur SPSS pour l'Expérience 1

Les choix réalisés pour chaque expérience sont indiqués dans les tableaux ci-dessous.

GENLINMIXED

/DATA_STRUCTURE SUBJECTS=participant*word*color*trial

/FIELDS TARGET=reactiontime TRIALS=NONE OFFSET=NONE

/TARGET_OPTIONS DISTRIBUTION=GAMMA LINK=LOG

/FIXED EFFECTS=relation USE_INTERCEPT=TRUE

/RANDOM USE_INTERCEPT=TRUE SUBJECTS=participant COVARIANCE_TYPE=VARIANCE_COMPONENTS

/RANDOM USE_INTERCEPT=TRUE SUBJECTS=word COVARIANCE_TYPE=VARIANCE_COMPONENTS

/RANDOM USE_INTERCEPT=TRUE SUBJECTS=color COVARIANCE_TYPE=VARIANCE_COMPONENTS

/RANDOM USE_INTERCEPT=TRUE SUBJECTS=trial COVARIANCE_TYPE=VARIANCE_COMPONENTS

/BUILD_OPTIONS TARGET_CATEGORY_ORDER=ASCENDING INPUTS_CATEGORY_ORDER=ASCENDING

MAX_ITERATIONS=100

CONFIDENCE_LEVEL=95 DF_METHOD=RESIDUAL COVB=MODEL PCONVERGE=0.000001(ABSOLUTE)

SCORING=0

SINGULAR=0.000000000001

/EMMEANS TABLES=relation COMPARE=relation CONTRAST=PAIRWISE

/EMMEANS_OPTIONS SCALE=ORIGINAL PADJUST=LSD.

Le tableau ci-dessous précise les variables dépendantes (**/FIELDS TARGET**), les variables indépendantes (**/FIXED EFFECTS=**), les intercepts (**/RANDOM USE_INTERCEPT=**), les comparaisons effectuées (**/EMMEANS TABLES=**) et leurs sens (**COMPARE**) pour les expériences conduites en production écrite.

	/FIELDS TARGET=	/FIXED EFFECTS=	/RANDOM USE_INTERCEPT=	/EMMEANS TABLES=	COMPARE=
Expérience 1	reactiontime duration	relation	participants mots couleur essai	relation	relation
Expérience 2	reactiontime duration	relation	participants mots couleur essai	relation	relation
Expérience 3	reactiontime duration	relation	participants mots couleur essai	relation	relation
Expérience 4	reactiontime duration	relation	participants mots couleur essai	relation	relation
Expérience 5	reactiontime duration	relation SOA relation*SOA	participants mots couleur essai	relation SOA relation*SOA	relation SOA relation
Expérience 6	reactiontime duration	relation	participants mots couleur essai	relation	relation
Expérience 7	reactiontime duration	relation class relation*class	participants mots couleur essai	relation class relation*class	relation class class

Le tableau ci-dessous précise les variables dépendantes (**/FIELDS TARGET**), les variables indépendantes (**/FIXED EFFECTS=**), les intercepts (**/RANDOM USE_INTERCEPT=**), les comparaisons effectuées (**/EMMEANS TABLES=**) et leurs sens (**COMPARE**) pour les expériences conduites en production orale.

	/FIELDS TARGET=	/FIXED EFFECTS=	/RANDOM USE_INTERCEPT=	/EMMEANS TABLES=	COMPARE=
Expérience 8	reactiontime	relation	participants mots couleur	relation	relation
Expérience 9	reactiontime	relation SOA relation*SOA	participants mots couleur	relation SOA relation*SOA	relation SOA relation
Expérience 10	reactiontime	relation	participants mots couleur	relation	relation
Expérience 11	reactiontime	relation	participants mots couleur	relation	relation
Expérience 12	reactiontime	relation	participants mots couleur	relation	relation
Expérience 13	reactiontime	relation class relation*class	participants mots couleur	relation class relation*class	relation class class