HAL open science

Améliorer l'approche diagnostique du déficit phonologique dans la dyslexie développementale via l'évaluation de la grammaire phonologique et du contexte socio-évaluatif

Ophélie Lucas

To cite this version:

Ophélie Lucas. Améliorer l'approche diagnostique du déficit phonologique dans la dyslexie développementale via l'évaluation de la grammaire phonologique et du contexte socio-évaluatif. Psychologie. Université Clermont Auvergne; Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive (LAPSCO), 2022. Français. NNT : . tel-03879801

HAL Id: tel-03879801

https://hal.science/tel-03879801v1

Submitted on 30 Nov 2022

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 4.0 International License

UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE
École doctorale : Lettres, Sciences Humaines et Sociales
Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive (LAPSCO) –CNRS, UMR 6024

THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du grade de

DOCTEURE EN PSYCHOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE

Discipline : Psychologie

Améliorer l'approche diagnostique du déficit phonologique dans la dyslexie développementale via l'évaluation de la grammaire phonologique et du contexte socio-évaluatif

---

Par Ophélie LUCAS

Réalisée sous la direction de **Ludovic Ferrand**

Date de soutenance prévue le **25 octobre 2022**.

Devant le jury composé de :

Clément BELLETIER
Maitre de conférences à l'Université Clermont Auvergne, Examinateur

Bruno De CARA
Maître de conférences à l'Université Côte d'Azur, Examinateur

Nadège DOIGNON-CAMUS
Professeure à l'Université de Strasbourg, Rapporteure

Magali GINET
Professeure à l'Université Clermont Auvergne, Présidente du Jury et Examinatrice

Nathalie MAREC-BRETON
Maitre de conférences à l'Université de Rennes 2, Rapporteure

Stéphanie MATHEY
Professeure à l'Université de Bordeaux, Examinatrice

“Until I feared I would lose it, I never loved to read. One does not love breathing.”

— Harper Lee

"Thanks to the redundancy of language, yxx cxn xndxrstxnd whxt x xm wrxtxng xvxn xf x rxplxcx xll thx vxwxls wxth xn "x" (t gts lttl hrdr f y dn't vn kn whr th vwls r)"

— Steven Pinker

“It is what you read when you don’t have to that determines what you will be when you can’t help it.”

— Oscar Wilde

“Education is a system of imposed ignorance.”

— Noam Chomsky

Remerciements

J’adresse de sincères remerciements à Ludovic Ferrand, mon directeur de thèse pour avoir accepté d’encadrer mon travail dans ces conditions si particulières et de m’avoir toujours offert son plus grand soutien et pour sa gentillesse.

Je remercie chaleureusement Magali Ginet de présider mon jury de thèse ainsi que les membres de mon jury, qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir étudier avec attention mon travail : Clément Belletier, Nadège Doignon-Camus, Nathalie Marec-Breton, Stéphanie Mathey et Bruno De Cara. Merci d’avoir bien voulu lire et évaluer mon travail malgré de très courts délais.

Un grand merci à tous les enfants qui ont pris le temps d’effectuer ces tâches, malgré la longueur et la répétitivité de ces dernières. Merci d’avoir été consciencieux et soucieux de vouloir bien faire, et même parfois, d’être déçus que ce soit terminé !

Je tiens à exprimer également toute ma gratitude aux enseignant.e.s d’avoir bien voulu participer à ces études et de s’être toujours rendu.e.s disponibles. Je les remercie chaleureusement ainsi que les directeurs et directrices d’école, plus particulièrement M. Bruno Brongniart (école d’Orcines) et Mme Armelle Verdier (école de Coudes) pour leur participation et leur accueil chaleureux au sein des structures durant mes 3 années de thèse. Un grand merci aux parents et tuteur.rice.s des enfants, sans qui ce projet n’aurait pas pu être mené à bien.

Je tiens aussi à remercier les professeurs et enseignants-chercheurs du LAPSCO pour leur bienveillance, attitude chaleureuse et encadrement pour ces nombreuses heures de TD, ainsi que pour l’écoute et cet énorme soutien qu’ils m’ont apportés, particulièrement ces derniers temps.

Je remercie chaleureusement les étudiantes en orthophonie et de Master de Psychologie Justine C., Laurine C., Morgane D., Safa, E., Clémence H., Klara M., Delphine M., Sarah N., Estelle P. et Élodie V. pour le travail qu’elles ont fourni avec motivation et rigueur.

Un très grand merci à mes collègues, maintenant ami.e.s, Mathilde N., Rosie H., Valentin M., Morgane B., Natalia M. et Léa M., pour tous ces moments de bonheur passés ensemble. Mon expérience de thèse n’aurait jamais été aussi belle sans vous ! Sans oublier Cédrine B., Birsen G., Anaïs R. (+ 1/2), Jordan M., Medhi M., Marie D., Andrei T., Maya C., Lorelei C., Nestor

M., Victor A., Lucas G., Dounia L., et Rhéa H. pour vos conseils et votre soutien, surtout dans les moments les plus durs.

Je tiens aussi à remercier toute l'équipe de l'agence Kangourou-Kids 63, tout particulièrement Sandra et Sylvaine, pour les missions qu'elles m'ont fournies, me permettant de financer mes études tout en travaillant dans des conditions idéales et auprès de familles qui comptent maintenant beaucoup pour moi. Merci de m'avoir fait confiance pour les formations et ateliers que j'ai menés auprès de vos intervenant.e.s.

Merci à Lisa B., Jeremy M. et leur petit bout pour tous ces jolis moments de partage, toutes ces parties de jeux de sociétés et activités ensemble qui n'ont fait que participer à mon bien-être mental et émotionnel afin de produire un travail de meilleure qualité par la suite ;)

Une pensée pour mes ami.e.s de (parfois très !) longues dates Rebeca B., Manon C., Valérie M., Amandine B., Anna-Katarina S., Malvina B., Jonas. N., Méghane T. et Florianne P. qui malgré les années qui passent et la (parfois très !) longue distance, ont toujours pris des nouvelles et se sont assurés que tout allait bien pour moi. Merci pour toutes ces petites attentions qui valent beaucoup.

Je remercie Olive et Rune, nos chats, pour… Bon, ils n'ont pas fait grand-chose à vrai dire, mais au moins pour la présence et le réconfort qu'ils m'ont apportés et leurs petites apparitions durant mes réunions et cours en visio (très appréciées des étudiant.e.s).

Ensuite, je remercie ma sœur ainsi que ma maman pour leur soutien au cours de ces 8 longues années d'études supérieures. Elles ont toujours été là pour moi, même quand je baissais les bras et souhaitais tout arrêter. Sans elles, je n'en serais pas là aujourd'hui.

A titre plus personnel, je remercie chaleureusement mon conjoint Anthony, pour la grande patience, les encouragements et la confiance sans faille qu'il m'a témoignés depuis notre rencontre. Je tiens à le remercier surtout pour son soutien inconditionnel et ses nombreux conseils tout le long de ma thèse.

Et pour terminer : merci à mon futur bébé pour (déjà) supporter mes hauts et bas émotionnels durant cette grossesse. Je te promets d'être une maman plus sereine à l'avenir et d'être toujours là pour toi.

Résumé

La dyslexie développementale est définie comme un trouble persistant et durable dans l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Son origine est génétique et neurobiologique, et représente 7 à 10% des enfants scolarisés. Pourtant, moins de 20% d'entre eux bénéficient d'une prise en charge, posant la question d'un dépistage et d'un diagnostic adaptés. Actuellement, l'hypothèse explicative privilégiée, celle d'un stock de représentations phonologiques imprécises voire dégradées en mémoire, fait du déficit phonologique un marqueur universel de la dyslexie développementale. Nous allons voir que des hypothèses alternatives existent, notamment celle évoquant un accès dégradé aux représentations phonologiques, elles-mêmes relativement préservées.

Au sein de cette thèse, nous avons exploré cette hypothèse, en intégrant le marquage de sonorité et l'impact du contexte socio-évaluatif. En effet, aucune étude à ce jour n'a conjointement envisagé le rôle des propriétés phonologiques universelles et du contexte socio-évaluatif dans les difficultés en lecture des enfants dyslexiques (en dépit de l'omniprésence de ce contexte). Trois-cent-soixante-neuf enfants, dont 123 enfants dyslexiques, ont participé aux expérimentations, exploitant trois tâches expérimentales (i.e., le Word-Spotting, la tâche de localisation syllabique et la tâche de détection visuelle).

Les résultats de cette thèse élargissent les perspectives de travaux sur le déficit phonologique chez les enfants dyslexiques, d'une part en poursuivant davantage les études sur le rôle de la syllabe et de la répétition subvocale en lecture, et d'autre part en interrogeant sur les différents moyens qui permettraient efficacement de réduire le stress induit par le contexte socio-évaluatif afin de recueillir de manière fiable les compétences des enfants dyslexiques lors d'évaluations scolaires ou de bilans orthophoniques.

Mots clés : dyslexie ; enfant ; représentations phonologiques ; pression socio-évaluative ; lecture.

Abstract

Developmental dyslexia is described as a genetic-based neurobiological disorder that is manifested by a lasting difficulty in learning to read and write, in the absence of intellectual, perceptual, psychological or educational disorders It accounts for 7-10% of children. However, less than 20% of them receive treatment, raising the question of appropriate screening and diagnosis. The primary underlying deficit is believed by many to be poor phonological processing: cross-linguistic studies have established that this major phonological deficit tends to be a universal marker of reading difficulties. However, alternative hypotheses exist, notably that of a degraded access to phonological representations, which are themselves relatively preserved.

In this thesis, we have explored this hypothesis, integrating sonority markedness and the impact of the socio-evaluative context. Indeed, no study to date has jointly considered the role of universal phonological properties and socio-evaluative context in the reading difficulties of dyslexic children. Three hundred and sixty-nine children, including 123 DYS children, participated in the experiments, operating on three experimental tasks (i.e., Word-Spotting, the syllabic localisation task and the visual detection task).

The results of this thesis broaden the perspectives of work on phonological deficits in dyslexic children, on the one hand by further investigating the role of syllable and subvocal repetition in reading, and on the other hand by questioning the different ways in which the stress induced by the socio-evaluative context can be effectively reduced in order to reliably collect the skills of dyslexic children during school assessments or speech and language evaluations.

Keywords: dyslexia; children; phonological representations; socio-evaluative pressure; reading.

Table des matières

Remerciements iii

Résumé v

Abstract vi

Table des matières vii

Liste des tableaux xi

Liste des figures xii

Avant - Propos 1

Contexte 1

Définitions 4

Abréviations 6

Première Partie : Introduction générale et théorique 7

Chapitre 1 : Acquisition normale de la lecture 8

1.1 L'importance de la syllabe 8

1.2 Consciences phonologique et phonémique 11

1.2.1 La conscience phonologique 11

1.2.2 La conscience phonémique 15

1.2.3 Une syllabe précocement disponible ? 16

1.3 Théories de l'acquisition de la lecture : petites vs grandes unités 21

1.4 L'effet de compatibilité syllabique 25

1.5 L'effet de la fréquence syllabique 28

Chapitre 2 : Grammaire Phonologique et Sonorité 33

2.1 Principes linguistiques basés sur la sonorité 33

2.2 Phonologie universelle et marquage de sonorité 40
2.2.1 Projection de sonorité 43
Chapitre 3 : Dyslexie développementale : causes, origines et conséquences 49
3.1 Qu'est-ce que la dyslexie développementale ? 49
3.1.1 Dyslexie : définition 49
3.1.2 Hétérogénéité sur l'origine génétique 51
3.2 Déficit phonologique dans la dyslexie 54
3.2.1 La théorie phonologique 54
3.2.2 Accès à des représentations phonologiques intactes 58
Chapitre 4 : La pression socio-évaluative : quels impacts sur les performances en lecture ? 62
3.1 Le déficit en mémoire de travail et la boucle phonologique chez les personnes dyslexiques 62
3.1.1 Mémoire de travail selon Baddeley 62
3.1.2 Autres modèles de la mémoire de travail 65
3.2 Déficit en mémoire de travail 67
3.3 Pression socio-évaluative et performances 71
3.3.1 La menace du stéréotype 71
3.3.2 *Choking under pressure*, ou l'effondrement sous la pression 74
Introduction à la partie expérimentale 79
Objectifs et Hypothèses 79
Méthodologie 80
Résultats attendus 82
Seconde Partie : Chapitres Expérimentaux.....84
Partie Expérimentale #1 : Grammaire Phonologique et Sonorité 85
Chapitre 1 : Tâche du Word-Spotting.....86
1.1 Méthode 86

1.1.1. Participants 86
1.1.1 TIMÉ 2 et TIMÉ 3 88
1.1.2 Matériel 89
1.1.3 Dispositif expérimental et Procédure 93
1.1.4 Hypothèses théoriques et opérationnelles. 94
1.2 Résultats 95
1.2.1 Analyses sur la condition (compatible ou incompatible) 95
1.2.2 Analyses sur la sonorité 100
1.3 Discussion 105
Chapitre 2 : Tâche de Localisation syllabique 111
2.1 Méthode 111
2.1.1 Participants 111
2.1.2 Matériel 112
2.1.3 Dispositif expérimental et Procédure 115
2.1.4 Hypothèses théoriques et opérationnelles 116
2.2 Résultats 116
2.2.1 Analyses générales 117
2.2.2 Analyses faites sur les enfants DYS et NL séparément 120
2.3 Discussion 124
Partie Expérimentale #2 : Pression évaluative 128
Chapitre 3 : Tâche de Détection visuelle (avec et sans répétition subvocale) . 129
3.1 Méthode 129
3.1.1 Participants 129
3.1.2 Matériel 131
3.1.3 Dispositif expérimental et Procédure 134
3.1.4 Hypothèses théoriques et opérationnelles. 136
3.2 Résultats 137
3.2.1 Tâche de détection visuelle (1ère partie) 137

3.2.2 Tâche de détection visuelle avec et sans répétition subvocale (2ème partie).... 144
3.3 Discussion 151
Troisième Partie : Discussion générale 157
Discussion Générale 158
3.1 Syllabe et sonorité : modulateurs robustes dans la lecture 160
3.2 L'influence de la pression socio-évaluative et le rôle de la boucle phonologique . 164
Limites 169
Perspectives..... 170
Conclusion 172
Références bibliographiques 175
Annexe A TIMÉ 2 (Écalle, 2003) 204
Annexe B TIMÉ 3 (Écalle, 2006) 206
Annexe C Consignes utilisées lors des passations 208
C.1. Consignes de la tâche de détection visuelle en condition ludique 208
C.2 Consignes de la tâche de détection visuelle en condition évaluative..... 209

Liste des tableaux

Tableau 1. *Récapitulatif profils des enfants atteints de dyslexie développementale (DYS), des enfants au développement typique appariés à l'âge chronologique (NLAC) et des enfants au développement typique appariés au niveau de lecture (NLAL), en fonction des conditions.* 88

Tableau 2. *Liste des items utilisés dans le cadre du matériel du Word-spotting, catégorisés en fonction de la condition, de la fréquence lexicale et fréquence phonologique des syllabes.* 90

Tableau 3. *Récapitulatif des fréquences utilisées pour le matériel de la tâche du Word-Spotting.* 92

Tableau 4. *Listes des items utilisés dans la seconde partie de la tâche du Word Spotting, catégorisés en fonction de leur PS.* 93

Tableau 5. *Récapitulatif profils des enfants atteints de dyslexie développementale (DYS), des enfants au développement typique appariés à l'âge chronologique (NLAC) et des enfants au développement typique appariés au niveau de lecture (NLAL).* 112

Tableau 6. *Liste des mots utilisés pour la tâche Treiman, en fonction de leur PS et Segmentation.* 114

Tableau 7. *Récapitulatif des profils des enfants atteints de dyslexie développementale (DYS), des enfants au développement typique appariés à l'âge chronologique (NLAC) et des enfants au développement typique appariés au niveau de lecture (NLAL).* 130

Tableau 8. *Listes des items utilisés dans la tâche de détection de syllabe.* 131

Tableau 9. *Fréquences phonologiques et orthographiques des items utilisés dans la tâche de détection de syllabe.* 133

Liste des figures

Figure 1. *Structure syllabique basique CVC du mot « bal », adapté de Kessler & Treiman (1997).* 10

Figure 2. *Exemples de degrés de transparence orthographique en fonction des langues, tiré de Dehaene (2007).* 12

Figure 3. *Développement de la conscience phonologique (adapté de Ziegler & Goswami, 2005)* 14

Figure 4. *Modèle DIAMS (Developmental Interactive Activation Model with Syllables), adapté de Doignon-Camus & Zagar (2014).* 19

Figure 5. *Illustration graphique d'un effet de compatibilité syllabique* 26

Figure 6. *Modèle d'activation interactive avec syllabes (IAMS Model, Mathey et al., 2006), tiré de Doignon-Camus et al. (2009)* 31

Figure 7. *Hiérarchie de sonorité (inspiré par Jespersen, 1904, p 186, tiré de Maïonchi-Pino et al., 2020 ; voir Gouskova, 2004)* 34

Figure 8. *Hiérarchie des distances de sonorité adaptée de Gouskova (2001, 2002, 2004), tirée de Pons-Moll (2011)* 35

Figure 9. *Hiérarchie relationnelle stratifiée, adaptée de Gouskova (2001, 2002, 2004), tirée de Maïonchi-Pino et al. (2020)* 37

Figure 10. *Exemple de séquençage de sonorité du mot « plan » et pseudo-mot « lpan », tiré de Geeslin (2018)* 38

Figure 11. *Hiérarchie simple des schémas sonores des syllabes, adapté de Hunter (2019)* .. 39

Figure 12. *Possible rôle causal du déficit de perception auditive dans le développement des problèmes de lecture (adapté de Snowling et al., 2012).* 54

Figure 13. *Modèle de gestion de l'information révisé (Baddeley, 2000), tiré de Olive & Piolat (2005)* 64

Figure 14. *Représentation schématique du système de mémoire de Cowan (2017)* 65

Figure 15. *Modèle de la menace de stéréotype (Steele, 1997), tiré de Croizet et al. (2001)* .. 72

Figure 16. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE.* 96
Figure 17. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE et de la CONDITION.* 97
Figure 18. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE et de la FRÉQUENCE PHONO.* 98
Figure 19. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la FRÉQUENCE LEXICALE et de la FRÉQUENCE PHONO.* 99
Figure 20. *Temps de réponse (en millisecondes) en fonction de la FRÉQUENCE LEXICALE et de la CONDITION.* 100
Figure 21. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ.* 102
Figure 22. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ et de la FRÉQUENCE PHONO.* 103
Figure 23. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ et de la FRÉQUENCE LEXICALE et du GROUPE.* 104
Figure 24. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ et de la FRÉQUENCE PHONO et du GROUPE.* 105
Figure 25. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE* 117
Figure 26. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ* 118
Figure 27. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du GROUPE.* 119
Figure 28. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du type de SEGMENTATION.* 120
Figure 29. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ pour les NL.* 121
Figure 30. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ pour les enfants DYS.* 121
Figure 31. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du type de SEGMENTATION chez les NL.* 123

Figure 32. *Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du type de SEGMENTATION chez les enfants DYS.* 124
Figure 33. *Protocole expérimentale pour la tâche de détection visuelle (condition ludique vs évaluative), et la répétition subvocale*. 136
Figure 34. *Temps de réponse moyen (en ms) chez les DYS en fonction de la FRÉQUENCE PHONO de la syllabe et du CONTEXTE.* 140
Figure 35. *Temps de réponse moyen (en ms) chez les DYS en fonction de la structure de la CIBLE (CV vs CVC) et de la structure de la première syllabe du MOT (CV vs CVC).* 141
Figure 36. *Temps de réponse moyen (en ms) chez les NLAL en fonction du CONTEXTE et de la FRÉQUENCE PHONO.* 143
Figure 37. *Temps de réponse moyen (en ms) chez les NLAC en fonction de la structure de la CIBLE et de la structure de la première syllabe du MOT.* 144
Figure 38. *Temps de réponse moyen (en ms) en fonction du GROUPE et du CONTEXE.* .. 146
Figure 39. *Temps de réponse moyen (en ms) chez les NLAC en fonction du CONTEXTE et de la saturation de la boucle phonologique par RÉPÉTITION du mot « trois ».* 147
Figure 40. *Temps de réponse moyen (en ms) des NLAC en fonction de la CIBLE, de la FRÉQUENCE PHONO et du CONTEXTE.* 148
Figure 41. *Temps moyen de réponse (en ms) des NLAC en fonction du CONTEXTE, de la FRÉQUENCE PHONO et de la RÉPÉTITION.* 149
Figure 42. *Temps de réponse moyen (en ms) des NLAC en fonction de la CIBLE, de la FRÉQUENCE PHONO et de la RÉPÉTITION.* 150

Avant - Propos

Contexte

L'apprentissage de la lecture, qui débute officiellement avec l'entrée au CP, est une étape fondamentale pour le développement sociocognitif de l'enfant[1]. Il s'agit d'un apprentissage qui nécessite impérativement l'intervention d'une tierce personne pour enseigner ce qui représente le cœur de cette activité cognitive : la mise en relation entre les lettres et les sons (e.g., Castles et al., 2018). Cet apprentissage laborieux et coûteux cognitivement engendre des difficultés « normales » généralement surmontées par les enfants. Cependant, 250000 enfants souffrent de problèmes d'apprentissage de la lecture, dont 30% se retrouvent dans les milieux socio-économiques défavorisés, et 40% des élèves quitteront l'école primaire avec de réelles difficultés en lecture et manifesteront de faibles performances en compréhension de texte à l'adolescence (e.g., Billard et al., 2009; CEDRE, 2015). Ce constat place d'ailleurs la France au 21e rang mondial dans le domaine des apprentissages selon le rapport de l'OCDE (2014). À cette proportion déjà élevée, il faut ajouter 7 et 10% d'enfants souffrant de dyslexie développementale qui se définit comme un trouble neurobiologique d'origine génétique qui se manifeste par des difficultés persistantes et durables dans l'apprentissage de la lecture (Saksida et al., 2016).

[1] Dans le présent document, les termes employés pour désigner des personnes sont pris au sens générique ; ils ont à la fois valeur d'un féminin et d'un masculin.

En France, environ 18000 orthophonistes (25/100000 habitants) reçoivent annuellement 150000 patients souffrant d'une dyslexie développementale, soit 50% de la patientèle accueillie, avec de très fortes disparités entre milieux rural et urbain. Concernant ce trouble, l'hypothèse explicative actuellement privilégiée, celle d'un stock de représentations phonologiques imprécises voire dégradées en mémoire, fait du déficit phonologique un marqueur universel de la dyslexie développementale. Nous allons voir que des hypothèses alternatives existent, notamment celle évoquant un accès dégradé aux représentations phonologiques, elles-mêmes relativement préservées. De récentes études montrent ainsi que des enfants dyslexiques réussissent dans des épreuves de manipulation de représentations phonologiques, supposant un système phonologique relativement préservé.

Au sein de cette thèse, nous allons explorer cette hypothèse d'un accès dégradé aux représentations phonologiques, en intégrant l'impact du contexte socio-évaluatif. En effet, aucune étude à ce jour n'a conjointement envisagé le rôle des propriétés phonologiques universelles et du contexte socio-évaluatif dans les difficultés en lecture des enfants dyslexiques (en dépit de l'omniprésence de ce contexte). Précisément, nous envisageons :

1) d'identifier les aspects préservés du système phonologique des enfants dyslexiques en s'appuyant sur des propriétés phonologiques universelles qui expliqueraient les stratégies de segmentation, d'accès au lexique et de réparation des structures phonologiques (e.g., le marquage de sonorité). Cette piste dispose d'un potentiel considérable pour l'interprétation des difficultés fréquemment rencontrées en matière d'apprentissage ;

2) de mieux appréhender le déficit d'accès aux représentations phonologiques, au-delà des contraintes cognitivo-perceptives qui modulent les capacités d'accès, en relation avec un

facteur inexploré : l’influence du contexte d’évaluation des troubles. En effet, les travaux de ces 20 dernières années dans le domaine de la régulation sociale des fonctionnements cognitifs permettent d’envisager ce contexte comme un puissant modulateur des processus liés à la mémorisation, à la récupération et à l’utilisation des représentations phonologiques. Il nous a donc semblé important d'étudier plus spécifiquement l'impact de cette pression socio-évaluative sur les performances des enfants dyslexiques, puisque notre but final est de mieux comprendre la nature de leurs difficultés en lecture, et d’améliorer la prévention, la remédiation ainsi que la prise en charge de ces enfants.

Définitions

Choking under pressure : phénomène où les performances d'un individu sont inférieures à celles attendues compte tenu de ses capacités et de ses performances passées, dans des situations où la pression ressentie est élevée.

Contraintes de marquage : issues de la Théorie de l'Optimalité (OT), elles motivent les altérations de la forme sous-jacente pour obéir à des contraintes classées selon une hiérarchie spécifique à la langue.

Conscience phonémique : capacité à décomposer les mots (ou les syllabes) en leurs composants phonémiques.

Conscience phonologique : la conscience et la capacité de décomposer les mots en unités phonologiques sous-lexicales.

Grammaire universelle : ensemble inné de paramètres et de principes qui contraignent et facilitent le langage.

Marquage : degré de préférence d'une structure linguistique en fonction de la possession ou de l'absence d'une caractéristique particulière restreinte par les contraintes du langage.

Mémoire de travail : système de traitement dynamique à capacité limitée, stockant et traitant de manière temporaire des informations.

Menace du stéréotype : se manifeste dans des situations spécifiques où un individu risque de confirmer le stéréotype négatif associé à son appartenance à un groupe.

Phonème : élément minimal, non segmentable, de la représentation phonologique d'un énoncé, et dont la nature est déterminée par un ensemble de traits distinctifs.

Principe de marquage : système de classification des éléments linguistiques basé sur le degré de préférence ou de non-préférence d'une structure particulière.

Principe de projection de la sonorité (SPP) : les locuteurs de toutes les langues montrent des schémas préférentiels pour les syllabes qui ne sont pas marquées selon le principe de

séquençage de la sonorité (SSP) lorsqu'ils rencontrent des structures phonologiques peu familières.

Principe de séquencement de la sonorité (SSP) : une contrainte sur la structure des syllabes, les syllabes les moins marquées présentant des entrées avec une pente de sonorité qui augmente au maximum jusqu'au sommet de la syllabe et une coda qui plafonne ou diminue.

Sonorité : phonétiquement, une mesure de l'intensité, ou de l'énergie acoustique, basée sur le degré d'ouverture du conduit vocal pendant la production ; phonologiquement, une pseudo-caractéristique non binaire que possèdent tous les sons à un certain degré, utilisée pour classer tous les sons de la parole dans des hiérarchies spécifiques à la langue.

Syllabe : unité phonologique de base du langage oral, considérée comme un élément d'organisation de la chaîne parlée, dont le noyau est toujours une voyelle.

Abréviations

AC	âge chronologique
AL	âge lexique
CGP	correspondances graphème-phonème
CV	consonne-voyelle
DYS	dyslexique
ISI	inter stimulus interval
MDT	mémoire de travail
MLT	mémoire à long terme
MOP	principe de satisfaction de l’attaque maximale
NL	normo-lecteur
NLAC	normo-lecteur d'âge chronologique similaire
NLAL	normo-lecteur d’âge lecture similaire
OT	Théorie de l’Optimalité
PC	perception catégorielle
PS	profil de sonorité
SSP	principe de séquençage de sonorité
TDA/H	trouble de déficit de l'attention/hyperactivité

<u>Première Partie :</u>

Introduction générale et théorique

Chapitre 1 :

Acquisition normale de la lecture

1.1 L’importance de la syllabe

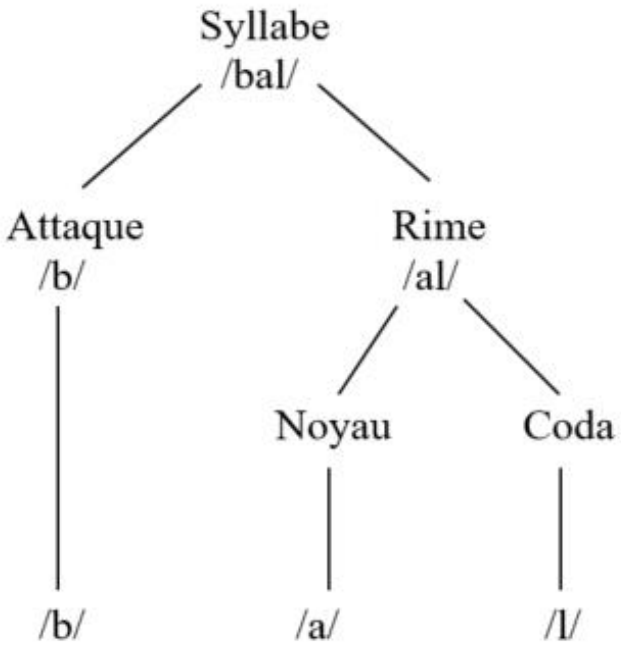
L’apprentissage de la lecture modifie le cerveau de façon spectaculaire, à la fois en profondeur et de façon constante, en créant des ensembles neuronaux fonctionnels spécifiques et en renforçant leurs connexions avec les zones impliquées dans le langage et la cognition (e.g., Dehaene et al., 2015 ; Dehaene et al., 2010 ; López-Barroso et al., 2020). C’est une condition nécessaire au développement d'activités cognitives comme le raisonnement, la philosophie, la logique et les sciences (e.g., Kolinsky & Morais, 2018 ; Morais & Kolinsky, 2021) et permet de jouer un rôle actif dans la société (Bovens & Wille, 2017). Par conséquent, apprendre à lire est l'une des étapes les plus importantes dans les premières années de la scolarité d'un enfant. Elle déterminera de nombreuses autres réussites scolaires, telles que les compétences en mathématiques (e.g., Cooper et al., 2014 ; Duncan et al., 2007 ; La Paro & Pianta, 2000 ; Purpura et al., 2011). Selon Chetail et Mathey (2010), les enfants qui débutent l’apprentissage de la lecture commencent par comprendre que l'écriture est un codage du langage oral. Ensuite, dans le cadre de langues alphabétiques, ils apprennent que la langue écrite est composée d'unités orthographiques qui correspondent à des unités phonologiques de la langue parlée (e.g., Caravolas, 2004 ; Caravolas et al., 2001 ; Duncan et al., 2013 ; Patel et al., 2004). Cependant, de nombreux travaux ont démontré qu’un système phonologique

structuré est primordial dans l'acquisition de la lecture, et ce, avant même l'expérience du langage écrit (e.g., Elbro et al., 1998 ; Elbro & Pallesen, 2002 ; Ziegler & Goswami, 2005). Basée sur la théorie des petites unités, les enfants utilisent tout d'abord une procédure grapho-phonémique pendant l'apprentissage des correspondances graphème-phonème (CGP). Mais, dès que certaines correspondances sont automatisées et en rencontrant plusieurs fois des syllabes, ils recourent rapidement à une procédure grapho-syllabique (e.g., Colé et al., 1999). Il est en effet plus simple de segmenter le mot /maison/ en deux syllabes /mai/ et /son/ plutôt qu'en six unités isolées /m/ + /a/ + /i/ + /s/ + /o/ + /n/ (Bastien-Toniazzo et al., 1999).

Une syllabe est une unité phonologique de base du langage oral, considérée comme un élément d'organisation de la chaîne parlée, dont le noyau est toujours une voyelle (e.g., Chetail & Mathey, 2010 ; Dauer, 1983 ; Treiman, 1986 ; Ziegler & Goswami, 2005). Elle est constituée de phonèmes et constitue l'unité rythmique de la langue française (e.g., Cutler, 1997 ; Meynadier, 2001 ; Wioland, 1985). Elle peut être considérée comme une unité linguistique articulatoire autonome produite à partir d'une seule émission vocale. L'attaque est définie comme une consonne ou un groupe de consonnes précédant le noyau qui représente l'élément le plus essentiel et le plus sonore. La coda représente une consonne ou un groupe de consonnes derrière la voyelle (l'attaque et la coda sont facultatives, voir Figure 1).

Figure 1.

Structure syllabique basique CVC[2] du mot « bal », adapté de Kessler & Treiman (1997).



De nombreuses recherches ont montré que, avant l'école primaire, les enfants sont capables de segmenter les mots en unités de la taille d'une syllabe (e.g., Duncan et al., 2006) et qu'ils possèdent déjà un système phonologique développé par des expositions répétitives au langage oral qui permettra le développement de l'écriture (e.g., Gombert, 2003 ; Hulme & Snowling, 2012 ; Muter et al., 2004 ; Snowling & Hulme, 1994). Cette *conscience phonologique* est une compétence auditive pré-requise universelle pour apprendre à lire. En

[2] C pour consonne, V pour voyelle

effet, de nombreuses études ont mis en évidence à quel point le niveau d'habiletés phonologiques pouvait être un facteur prédictif du futur niveau en lecture.

1.2 Consciences phonologique et phonémique

1.2.1 La conscience phonologique

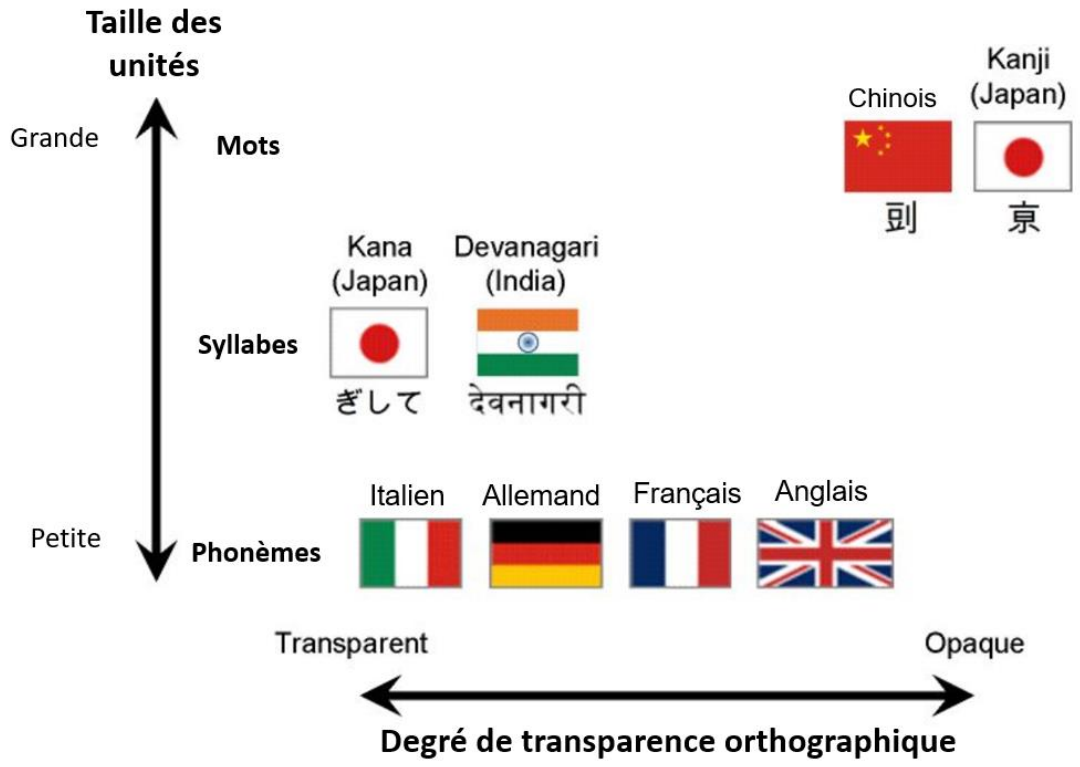
Il existe de nombreuses preuves que la conscience phonologique aide les débutants à apprendre à décoder les mots dans différents systèmes alphabétiques (e.g., Caravolas, 2004 ; Caravolas et al., 2005 ; Castles & Coltheart, 2004 ; Duncan et al., 2013 ; Ehri et al., 2001 ; Rayner et al., 2001 ; Ziegler et al., 2014). Il a été montré que des entraînements focalisés sur la conscience phonologique produisent des effets positifs et améliorent les compétences en lecture (e.g., Anthony & Francis, 2005 ; Fälth et al., 2017 ; Goldstein et al., 2017 ; Lonigan, 2007 ; Muter, 1994 ; Pfost et al., 2019 ; Snowling & Hulme, 1994 ; Zorman & Touzin, 1999). La conscience phonologique se réfère à la capacité de percevoir, d'identifier, d'analyser et de manipuler des séquences phonologiques, qui comprend de grandes unités (e.g., les syllabes) à des unités plus petites (e.g., les phonèmes, Gillon, 2018 ; Marshall et al., 2001). Elle sous-tend une sensibilité à la granularité à la façon dont les sons peuvent être segmentés en unités plus petites (e.g., syllabes > phonèmes) ou en plus grandes (e.g., phonèmes > syllabes, e.g., Castles & Coltheart, 2004).

La conscience phonologique se développe généralement rapidement une fois que l'enseignement de la lecture et de l'écriture commence (e.g., Castles & Coltheart, 2004; Treiman, 1991). Cela est particulièrement vrai pour les enfants qui apprennent à lire une langue

alphabétique dont l'orthographe est *transparente*, c'est-à-dire qui présente des relations consistantes entre l'orthographe et les sons et entre les sons et l'orthographe (contrairement à une langue dite *opaque*, e.g., Ellis & Hooper, 2001 ; Wydell & Butterworth, 1999 ; Ziegler et al., 2010). Par exemple, durant leur première année de scolarité, les enfants allemands développent plus rapidement la conscience des phonèmes que les enfants anglais ou français, en accord avec l'orthographe plus transparente de l'allemand, le français étant en effet une langue considérée comme peu transparente (e.g., Dehaene, 2007 ; Hengeveld & Leufkens, 2018, voir Figure 2).

Figure 2.

Exemples de degrés de transparence orthographique en fonction des langues, tiré de Dehaene (2007).

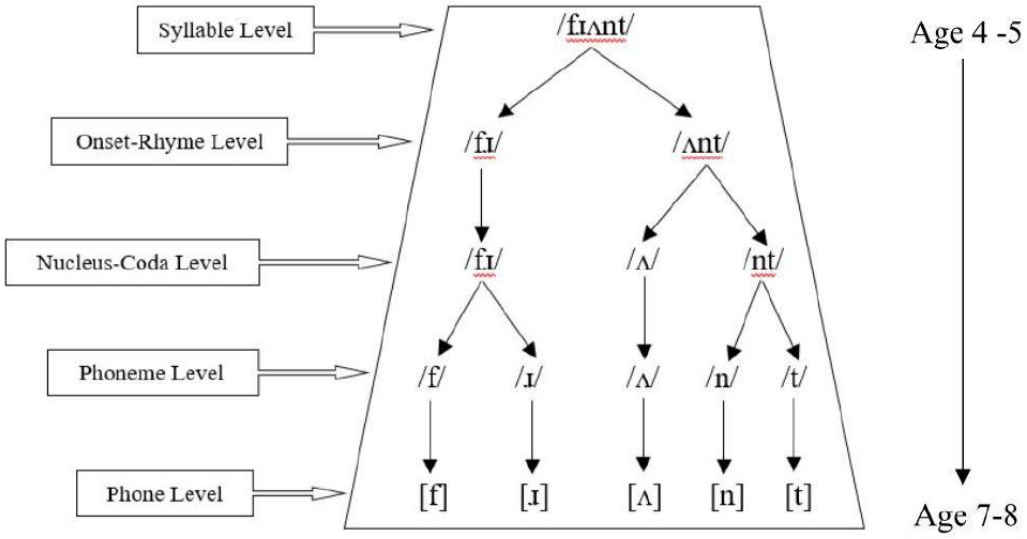


Bien que la conscience phonologique émerge naturellement à travers des expériences implicites de langage oral (Gombert, 2003), elle se développe complètement sous l'enseignement explicite de la lecture. Des recherches antérieures ont montré que la conscience phonologique prédit, contribue à, et profite de l'acquisition de la lecture et du développement de la reconnaissance automatique des mots. En effet, les deux maintiennent une influence bi-directionnelle ; plus les enfants comprennent tôt que les mots sont constitués d'unités sonores plus petites, mieux ils apprennent les CGP, et réciproquement les CGP renforcent la conscience phonologique pour séquencer, segmenter ou mélanger des unités sonores (e.g., Share, 1995, 1999, 2008).

La Figure 3 donne un aperçu visuel du développement de la conscience phonologique. Elle commence par une conception plutôt large, en commençant par les syllabes, puis progresse vers la division attaque-rime, puis le noyau vocalique peut être isolé de la coda et enfin, chaque phonème individuel peut être identifié de manière cohérente (e.g., Fowler, 1991 ; Hua & Dodd, 2006 ; Peterson & Pennington, 2015). Les âges associés à ce développement sont considérés comme typiques sur la base d'un certain nombre d'études inter-langues (e.g., Duncan et al., 2013 ; Seymour et al., 2003 ; Ziegler & Goswami, 2005), mais cela est en partie lié à l'enseignement de la lecture. Bien que d'autres niveaux de conscience semblent être récoltés à partir de l'apport linguistique, la conscience phonémique ne semble pas se développer complètement sans l'enseignement de la lecture, ou si elle le fait, elle ne spécifie pas le même niveau de sophistication qu'elle atteint chez ceux qui reçoivent un enseignement normal de la lecture (e.g., Huettig et al., 2018 ; Lukatela et al., 1995 ; Nation & Hulme, 2011 ; Pennington & Lefly, 2001 ; Ramachandra & Karanth, 2007 ; Ziegler & Goswami, 2005).

Figure 3.

Développement de la conscience phonologique (adapté de Ziegler & Goswami, 2005)



Note : Les âges indiqués sont ceux de la maîtrise, et non ceux de l'apparition de ces niveaux de conscience.

Puisque la conscience phonologique, la perception de la parole et l'acquisition de lecture dépendent de représentations phonologiques communes (e.g., phonèmes, rimes, syllabes), il est crucial de découvrir comment les enfants qui apprennent à lire segmentent et récupèrent les informations. Suite aux études déjà effectuées, nous savons que la sensibilité à la granularité dépend de la structure du langage (e.g., Ziegler & Goswami, 2005). Par exemple, les enfants français sont d'autant plus intéressants puisque la connaissance de la syllabe phonologique se développe plus tôt dans une langue syllabique telle que le français. De plus, des recherches antérieures chez des enfants normo-lecteurs français ont montré que les syllabes sont des unités

de segmentation phonologique en perception de la parole (e.g., Duncan et al., 2006 ; Goslin & Floccia, 2007) et des unités de lecture segmentales (e.g., Chetail & Mathey, 2009, 2012, 2013 ; Doignon-Camus et al., 2013 ; Doignon-Camus & Zagar, 2014 ; Doignon & Zagar, 2006 ; Maïonchi-Pino et al., 2010). Mais des recherches antérieures ont également démontré que les enfants d'âge préscolaire français et les lecteurs débutants simplifiaient souvent des séquences phonologiques complexes comme les syllabes CCV ou CVC en syllabes CV simples et universellement optimales pour la production orale, la lecture silencieuse et la lecture à voix haute (e.g., 'tru' → 'tu' ; 'bar' → 'ba' ; e.g., Bastien-Toniazzo et al., 1999 ; Demuth & McCullough, 2009 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a, 2012b, 2015 ; Sprenger-Charolles & Siegel, 1997).

1.2.2 La conscience phonémique

Comme mentionné précédemment, la conscience phonologique est définie comme la capacité à percevoir, à découper et à manipuler les unités sonores du langage telles que la syllabe, la rime, le phonème. Elle est généralement divisée en trois niveaux : la conscience des syllabes, la conscience des rimes et la conscience phonémique (e.g., Gillon, 2018 ; Gombert, 1990, 1992 ; Gombert & Colé, 2000 ; Treiman & Zukowski, 1991). La conscience des syllabes fait référence à la capacité à identifier et à manipuler les syllabes. La conscience des rimes est la capacité de séparer l'attaque de la rime de la syllabe - une compétence nécessaire pour les tâches de détection de rimes par exemple. Enfin, la conscience phonémique fait référence à la capacité de décomposer les mots (ou les syllabes) en leurs phonèmes constitutifs. La conscience phonémique est étroitement liée aux compétences de décodage et de mise en correspondance

des phonèmes et des graphèmes qui sont nécessaires à l'apprentissage de la lecture (e.g., Fowler, 1991 ; Gillon, 2018 ; Vazeux et al., 2020 ; Vellutino et al., 2004).

Des études menées auprès d'adultes illettrés (e.g., Castro-Caldas et al., 1998 ; Dehaene et al., 2015 ; Kolinsky et al., 2019 ; Morais et al., 1979 ; Morais & Kolinsky, 2019) suggèrent que l'apprentissage de la lecture renforce la conscience phonologique à des niveaux supérieurs et la produit sans doute au niveau phonémique (Peterson & Pennington, 2015). Cependant, des études menées auprès d'enfants pré-alphabétisés, au développement typique ou à risque de dyslexie, ont montré que les compétences en matière de conscience phonologique acquises avant l'apprentissage de la lecture permettent de prédire les résultats ultérieurs en matière de lecture (e.g., Frost et al., 2009 ; Pennington & Lefly, 2001 ; Scarborough, 1991, 2005 ; Snowling, 2001 ; Snowling et al., 2003 ; Ziegler & Goswami, 2005). La direction causale entre le développement phonologique et la lecture est donc très probablement bidirectionnelle (e.g., Goswami & Bryant, 1990 ; Peterson & Pennington, 2015 ; Stein, 2018 ; Zorman & Touzin, 1999). L'apprentissage de la lecture spécifie la conscience phonologique jusqu'au niveau phonémique, qui est nécessaire au développement normal de la lecture (Ehri et al., 2001 ; Fowler, 1991). Il convient de noter que toutes les langues ne sont pas écrites ou, pour celles qui le sont, ne comportent pas de système d'écriture alphabétique - bien que la langue d'intérêt pour cette thèse soit le français, qui utilise bien un système d'écriture alphabétique.

1.2.3 Une syllabe précocement disponible ?

Bien avant l'instruction, à l'âge de quatre ans, les enfants français ont déjà accès aux unités syllabiques (e.g., Demont & Gombert, 1996 ; Ecalle & Magnan, 2002 ; Gombert et al.,

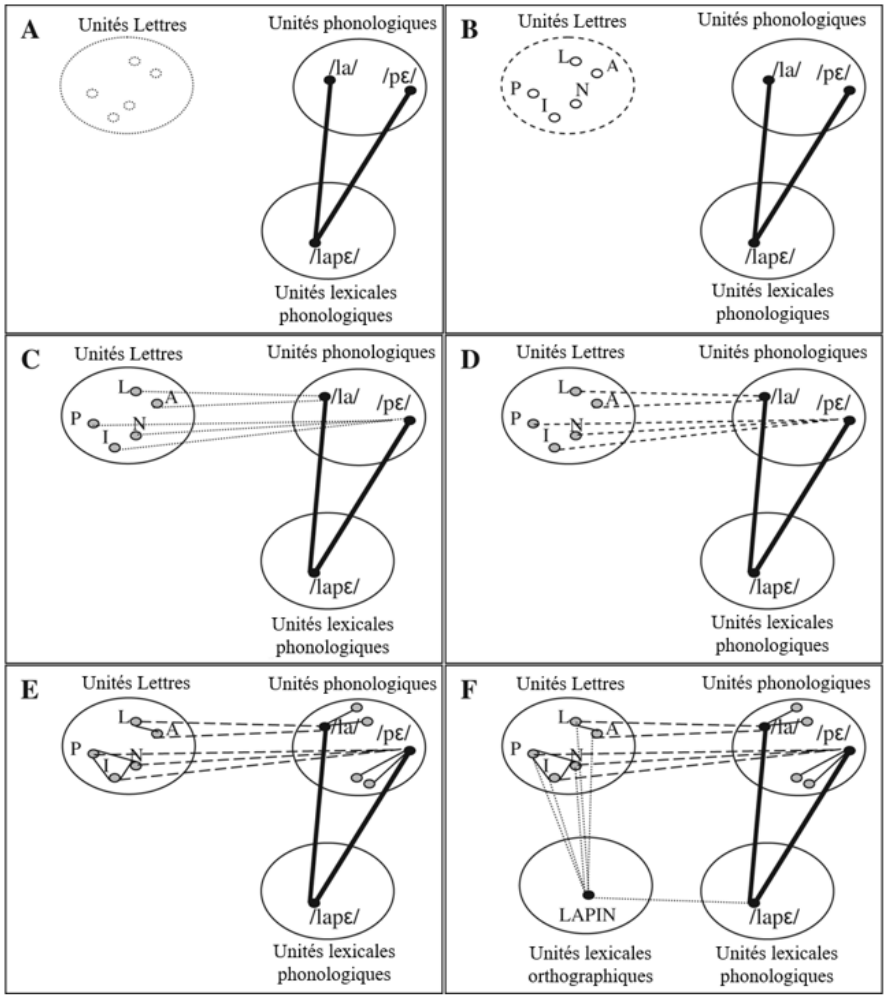
1997 ; Liberman et al., 1974). Sur la base de la disponibilité des unités de syllabes avant l'acquisition de la lecture, une autre hypothèse a été considérée (Doignon-Camus & Zagar, 2014). Plutôt que de relier des unités orthographiques disponibles avec des unités phonologiques, l'hypothèse alternative serait que les lecteurs débutants mettent en correspondance les unités phonologiques disponibles (les syllabes) avec des unités orthographiques (les groupes de lettres). Cette hypothèse, appelée hypothèse du *pont syllabique*, suggère que l'apprentissage de la lecture se fait par association entre les lettres et les syllabes. Cette hypothèse alternative repose sur la primauté de la parole et prend les syllabes disponibles comme points de départ des CGP (Doignon-Camus & Zagar, 2014). Des liens forts sont créés entre les groupes de lettres et les syllabes phonologiques lorsque que les premières correspondent aux secondes. La construction d'associations entre groupes de lettres et syllabes serait un moyen direct et rapide d'apprendre les premières correspondances orthographiques. L'hypothèse du pont syllabique repose sur la disponibilité phonologique des syllabes mais aussi sur leur disponibilité visuelle. À première vue, les groupes de lettres qui correspondent aux syllabes phonologiques ne semblent pas être des unités orthographiques disponibles, suggérant que les lettres qui forment des syllabes sont entièrement intégrées aux mots.

Ce modèle présente le système linguistique de l'enfant avant de savoir lire en démontrant qu’il a déjà des représentations lexicales phonologiques par le langage oral. L'apprentissage implique la construction de représentations orthographiques et leur lien avec les syllabes phonologiques précocement disponibles et l'automatisation de ces connexions. Ensuite, les représentations phonémiques sont construites et renforcent les connexions inter-lettres car, comme plusieurs études le confirment, les pré-lecteurs ne connaissent pas le

phonème puisque cette étape suit l'apprentissage explicite de CGP (e.g., Duncan et al., 2006 ; Liberman et al., 1974). Enfin, apprendre à lire conduit à la construction de représentations lexicales orthographiques. Ce modèle met en évidence les propriétés statistiques de la phonologie et de l'orthographe qui sont rapidement utilisées par l'enfant pour lire. De plus, l'identification de la limite syllabique peut être basée sur ces propriétés statistiques (e.g., Doignon-Camus et al., 2013; Doignon-Camus & Zagar, 2006, 2014). Il apporte une nouvelle considération de la construction des premiers liens entre l'oral et l'écrit, rendant compte à la fois de la dynamique existante entre la conscience phonémique et la connaissance des lettres, mais aussi, et surtout, du rôle médiateur de la syllabe dans l'accès au phonème. Dans une récente étude, Vazeux et al. (2020) ont mis en place auprès de pré-lecteurs francophones un programme d'apprentissage basé sur les correspondances soit entre lettres et syllabes (groupe de lettres vers syllabes) soit entre lettres et phonèmes (groupe lettres vers phonèmes), afin de tester l'efficacité d'un apprentissage lettre-syllabe sur la conscience phonémique. Leurs résultats ont montré une plus grande augmentation de la conscience phonémique dans le groupe « lettres vers syllabes » que dans le groupe « lettres vers phonèmes », soutenant l'hypothèse du pont syllabique (voir aussi Gallet et al., 2020). Cette hypothèse se base notamment sur le modèle DIAMS (Doignon-Camus & Zagar, 2009) et implique que la conscience phonémique pourrait être facilitée par la syllabe orale tout en s'appuyant sur les lettres, formant son équivalent à l'écrit.

Figure 4.

Modèle DIAMS (Developmental Interactive Activation Model with Syllables), adapté de Doignon-Camus & Zagar (2014).



Notes. (A) Segmentation et stockage du mot entendu en syllabes orales (avant apprentissage de la lecture) ; (B) Construction des représentations orthographiques ; (C) Mise en correspondance des groupes de lettres avec les syllabes phonologiques disponibles ; (D) Automatisation des correspondances lettres-syllabes ; (E) Renforcement des lettres en syllabes écrites et construction des représentations phonémiques ; (F) Intégration des règles orthographiques et association avec la forme phonologique.

Le modèle DIAMS prend la syllabe orale comme point d'entrée dans son système. Il est organisé en 6 étapes (voir Figure 4). Tout d'abord, lorsque l'enfant entend ses premiers mots, il va stocker dans un registre linguistique phonologique en mémoire leurs représentations phonologiques segmentées en unités simples, c'est-à-dire les syllabes orales (A), puis lors des premières années de scolarité, l'enfant va apprendre à nommer et identifier les lettres, afin de créer un registre représentationnel visuel des lettres (B). Ainsi, une association partielle se créée entre les unités phonologiques (les syllabes) et les unités visuelles indépendantes qui les composent (les lettres) (C). Par exemple, lorsque l'enfant entend la syllabe orale /la/, il l'associe à la lettre L et à la lettre A. Par la suite, cette association devient automatique (D) rendant possible et plus facile l'accès réciproque aux différents registres représentationnels (i.e., phonologique et visuel). Avec l'apprentissage scolaire, l'enfant va ensuite réaliser qu'un groupe de lettres dans un mot forme une syllabe écrite et que cette dernière est associée à la syllabe orale stockée dans le registre phonologique (E). Si nous reprenons l'exemple, l'enfant entend /la/ et va l'associer au groupe de lettre LA. De fait, il va prendre conscience de la valeur phonémique des lettres composant les syllabes. Les lettres deviennent alors leurs graphèmes. Enfin, les multiples expositions à l'écrit, l'installation de la conscience phonémique, l'automatisation des correspondances graphèmes-phonèmes et la redondance orthographique[3] sont autant de mécanismes qui permettent à l'enfant d'assimiler les représentations orthographiques des mots (F). L'enfant sera alors capable de décoder chaque nouveau mot en

[3] La redondance orthographique est un mécanisme cognitif implicite s'appuyant sur des probabilités statistiques d'apparition des lettres ou de combinaisons de lettres dans un mot au cours des différentes lectures permettant d'enrichir le lexique phonologique et orthographique en mémoire (Seidenberg, 1987).

s’appuyant sur la valeur phonémique des lettres, les syllabes écrites et leur équivalent à l’oral. Ainsi, le modèle DIAMS met en évidence le rôle médiateur de la syllabe orale dans l’acquisition de la conscience phonémique ainsi que dans l’acquisition des correspondances graphèmes-phonèmes (Doignon-Camus & Zagar, 2014). L'efficacité de l'enseignement du décodage des syllabes a été étudiée dans d'autres langues que le portugais ou le français : il a aussi été étudiée avec des lecteurs plus âgés en difficulté pour améliorer la fluidité de la lecture des mots en italien (Tressoldi et al., 2007) et en finnois (Heikkilä et al., 2013 ; Huemer et al., 2010). Enseigner aux élèves à décoder les syllabes est particulièrement pertinent en finnois où plusieurs morphèmes syllabiques sont combinés pour former des mots très longs.

Cependant, les chercheurs divergent sur la question de savoir si l'orthographe des phonèmes, des attaques et des rimes ou des syllabes sont les unités orthographiques optimales pour enseigner le décodage au début de l'enseignement (e.g., Christensen & Bowey, 2005 ; Seymour & Duncan, 1997 ; Twist, 2004). Les partisans des petites unités ont plaidé pour les phonèmes, tandis que les théoriciens des grandes unités ont favorisé les attaques et les rimes, ou les syllabes (e.g., Duncan et al., 1997 ; Vazeux et al., 2020 ; Ziegler & Goswami, 2005).

1.3 Théories de l'acquisition de la lecture : petites vs grandes unités

Les travaux qui préconisent des unités plus grandes ont souligné qu'il est plus facile pour les jeunes apprenants de détecter des attaques, des rimes et des syllabes dans la parole que des phonèmes (e.g., Bryant, 1998 ; Ferreiro & Teberosky, 1999 ; Goswami, 1988, 1990 ; Kerek & Niemi, 2012 ; Treiman, 1985 ; Vernon & Ferreiro, 1999). Contrairement aux unités plus

grandes, les phonèmes ne sont pas des segments acoustiques distincts, mais se superposent plutôt de manière transparente à d'autres phonèmes dans les mots parlés. Leur durée est brève et éphémère, ce qui les rend difficiles à distinguer (Pallier, 1997). Cependant, les chercheurs qui préconisent l'enseignement avec des petites unités ont fait valoir que, puisque les systèmes d'écriture alphabétique représentent la parole au niveau des phonèmes, il faut apprendre aux élèves à détecter ces unités pour établir des liens entre les graphèmes et les phonèmes afin de décoder et d'épeler les mots lors de leur premier apprentissage de la lecture (e.g., Duncan et al., 1997 ; Ehri, 2014 ; Hulme et al., 2002 ; Seymour & Duncan, 1997).

En effet, apprendre à décoder avec de petites unités implique de transformer les graphèmes en phonèmes et de les mélanger pour prononcer des mots dont la signification est reconnaissable (Beck, 2006). Share (2008) a décrit le décodage comme un mécanisme d'auto-apprentissage que les lecteurs peuvent appliquer pour débloquer l'identité de mots inconnus pendant qu'ils lisent un texte. Ehri (1992, 1998, 2014, 2020) a proposé une théorie connexionniste et a présenté des preuves montrant comment le décodage permet aux lecteurs de stocker les mots écrits en mémoire afin de pouvoir les lire à vue. Lorsque les lecteurs appliquent leurs connaissances graphèmes-phonèmes pour décoder de nouveaux mots, des connexions se forment entre les graphèmes des mots écrits et les phonèmes des mots parlés. Cela lie l'orthographe de ces mots à leur prononciation et à leur signification et stocke toutes ces identités ensemble en tant qu'unités lexicales dans la mémoire. Par la suite, lorsque ces mots sont vus, les lecteurs peuvent lire les mots en tant qu'unités individuelles à partir de leur mémoire, automatiquement par la vue. Le décodage lettre par lettre n'est plus nécessaire pour lire les mots.

Ehri (2005) a décrit le développement du décodage et de la lecture de mots écrits comme une séquence de phases qui se chevauchent, chacune étant caractérisée par le type prédominant de connexion que les lecteurs établissent pour relier l'orthographe des mots à leur prononciation en mémoire. Le développement commence par de petites unités grapho-phonémiques qui se consolident ensuite en unités syllabiques plus grandes. Dans la phase pré-alphabétique des indices visuels non phonologiques peuvent être formés, mais ils sont idiosyncrasiques et facilement oubliés. L'utilisation de repères alphabétiques systématiques apparaît dans la phase alphabétique partielle, lorsque les lecteurs forment des connexions graphème-phonème partielles, telles que les lettres initiales et finales, pour stocker les mots en mémoire. Cependant, les lecteurs de cette phase n'ont pas la capacité de décoder les mots nouveaux. Dans la phase alphabétique complète, la connaissance des principales relations graphème-phonème et l'aptitude au décodage sont acquises et permettent aux lecteurs de former des connexions graphème-phonème plus complètes afin de relier complètement l'orthographe à la prononciation en mémoire. La lecture des mots est ainsi beaucoup plus précise. Dans la phase alphabétique consolidée, les sous-unités graphème-phonème forment des unités grapho-syllabiques et grapho-morphémiques plus grandes que les lecteurs peuvent utiliser pour décoder les mots multi-syllabiques et pour former des connexions qui fixent les mots en mémoire.

Il existe des preuves suggérant que les locuteurs du portugais bénéficient davantage du décodage par petites unités au début de l'apprentissage de la lecture. Ce n'est qu'après avoir acquis de l'expérience à ce niveau qu'ils deviennent flexibles dans le décodage avec des unités plus grandes (Vale & Bertelli, 2006). Cardoso-Martins et ses collègues (e.g., Cardoso-Martins,

2013 ; Cardoso-Martins et al., 2006, 2011 ; Cardoso-Martins & Batista, 2005 ; Treiman et al., 2013) ont démontré que les enfants brésiliens d'âge préscolaire bénéficiaient davantage des connaissances phonémiques que des connaissances syllabiques dans le développement initial de la lecture. Dans une étude, Cardoso-Martins (2013) a comparé la théorie des phases syllabiques de Ferreiro (2009) avec la théorie des phases alphabétiques d'Ehri (2005). Les données de Cardoso-Martins ont montré que les phases alphabétiques décrivaient plus précisément le passage des enfants à la lecture que les étapes syllabiques. Des résultats similaires favorisant les petites unités par rapport aux grandes ont été rapportés dans d'autres études portant sur des systèmes d'écriture transparents, comme l'allemand (Wimmer & Goswami, 1994), l'italien (Degasperi et al., 2011), le gallois (Spencer & Hanley, 2003) et le grec (Nikolopoulos et al., 2006).

Des preuves supplémentaires soutenant l'enseignement grapho-phonémique par rapport à l'enseignement grapho-syllabique ont été obtenues dans une étude antérieure (Sargiani et al., 2018) et encore plus récemment dans une étude menée par Sargiani et al. (2021). Ils ont cherché à savoir si les lecteurs débutants (60 enfants brésiliens lusophones de CP) bénéficient davantage d'un enseignement des CGP que d'un enseignement du décodage des syllabes pour apprendre à lire et à écrire des mots. Les résultats ont montré que l'enseignement des CGP était beaucoup plus efficace pour permettre aux débutants de lire des syllabes CV, des mots multi-syllabiques et des pseudo-mots, d'apprendre à lire et écrire des mots et de segmenter et mélanger phonétiquement des mots. Ces observations soutiennent les théories selon lesquelles l'enseignement de la lecture est plus efficace lorsque les élèves commencent par décoder les petites unités graphème-phonème plutôt que de plus grandes unités syllabiques, même lorsque

les syllabes sont des unités parlées et écrites importantes dans le système d'écriture. Les résultats actuels soutiennent donc la séquence de phases décrivant le développement de la lecture de mots proposée par Ehri (2005, 2014), à savoir les phases pré-alphabétique, alphabétique partielle, alphabétique complète et alphabétique consolidée. En d'autres termes, les petites unités graphème-phonème apparaissent d'abord et sont nécessaires pour former des unités syllabiques plus grandes (Sargiani et al., 2021).

1.4 L'effet de compatibilité syllabique

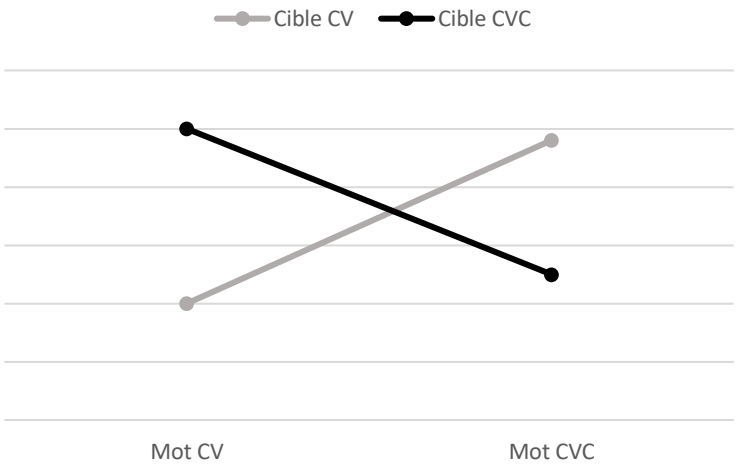
Un certain nombre d'études développementales ont été consacrées au rôle de la syllabe chez les enfants français normo-lecteurs (e.g., Bastien-Toniazzo et al., 1999 ; Chetail & Mathey, 2009b, 2010 ; Colé et al., 1999 ; Doignon & Zagar, 2006 ; Maïonchi-Pino et al., 2010a ; Sprenger-Charolles & Siegel, 1997). Néanmoins, les données linguistiques soutiennent que la langue française est une langue rythmée par la syllabe (voir Spencer, 1996), dans la mesure où les phonèmes au sein de la syllabe initiale sont acoustiquement peu clairs et donc difficiles à identifier séparément en raison de leur coarticulation (e.g., Altmann, 1997).

Colé et Sprenger-Charolles (1999) ont examiné le rôle de la syllabe chez des enfants français ayant des difficultés en lecture. Ils ont utilisé une version visuelle de la tâche de détection de segments de Mehler et al. (1981), qui a été adaptée par Colé et al. (1999). Dans la version visuelle, les participants devaient décider si une cible imprimée (i.e., CV ou CVC) apparaissait ou non au début d'un mot test imprimé dont la première syllabe était soit CV soit CVC. Lorsque les participants détectaient plus rapidement une cible correspondant exactement à la syllabe initiale d'un mot test affiché ultérieurement (e.g., *pa* dans *parade* ou *par* dans *partir*

plutôt que *pa* dans *partir* ou *par* dans *parade*), les résultats montraient une interaction croisée Cible × Mot ; cette observation a été appelée effet de *compatibilité syllabique* qui reflète l'utilisation d'un traitement phonologique grapho-syllabique (voir Figure 5). Autrement, lorsque les participants traitaient plus rapidement une cible en fonction de sa longueur (i.e., que la cible CV est plus rapidement traitée que la cible CVC quelle que soit la syllabe initiale d'un mot test), les résultats ont démontré un effet de longueur de cible qui reflète l'utilisation d'un traitement phonologique grapho-phonémique ou d'un traitement visuel sériel de gauche à droite.

Figure 5.

Illustration graphique d'un effet de compatibilité syllabique



Avant l'étude de Colé et Sprenger-Charolles (1999), Colé et al. (1999) ont rassemblé des données empiriques chez des enfants français en CP testés en deux temps. Après 6 mois d'apprentissage des CGP, les résultats ont montré un effet de longueur de cible qui a été interprété comme un traitement phonologique grapho-phonémique au lieu d'un traitement lettre

par lettre parce que tous les enfants ont été enseignés avec une méthode basée sur les CGP. Après un an d'apprentissage de la CGP, les résultats ont mis en évidence un effet de compatibilité syllabique en fonction du niveau de lecture (uniquement chez les bons lecteurs), ce qui signifie que les enfants utilisaient un traitement phonologique grapho-syllabique. Colé et al. (1999) ont également proposé une conception théorique compatible avec le parcours de développement hypothétique de Seymour et Duncan (1997) qui ont proposé que les petites unités telles que le phonème sont impliquées en premier lieu pendant l'acquisition de la lecture lorsque les enfants apprennent les CGP avant d'être capables d'utiliser des unités plus grandes telles que la syllabe. Ainsi, l'enseignement explicite des CGP permet aux enfants de développer des connexions entre les lettres et les sons. Dès que les CGP sont explicitement enseignés, les enfants utilisent automatiquement le traitement grapho-phonémique, puis ils essaient d'extraire des unités plus grandes que les phonèmes (e.g., le traitement grapho-syllabique) correspondant aux structures syllabiques implicites précoces développées par des contacts étendus avec la langue parlée (e.g., Goslin & Floccia, 2007), alors que la conscience phonémique ne se développe qu'avec l'enseignement explicite des CGP.

Cet effet de compatibilité syllabique a été retrouvé plus récemment dans une autre tâche, le paradigme du *word-spotting*, utilisé par Álvarez et al. (2017), auprès d'enfants espagnols âgés de sept à onze ans. Les mêmes effets ont été obtenus, suggérant que la syllabe est fondamentale et décisive pour la segmentation des mots et l'accès au lexique.

L'étude développementale de Maïonchi-Pino et al. (2010a), du CP au CM2, a également utilisé le paradigme de Colé et al. (1999). Cependant, ces auteurs ont abordé la question de la fréquence des syllabes et des mots chez les enfants français. Les résultats ont montré que le

traitement phonologique progressait du traitement phonologique grapho-phonémique au traitement phonologique grapho-syllabique, principalement influencé par la fréquence des syllabes : chez les élèves de CP et de CE2, l'effet de compatibilité des syllabes se limitait aux syllabes à haute fréquence, tandis que l'effet de longueur de cible apparaissait avec les syllabes à basse fréquence. Chez les élèves de CM2, les cibles à haute et à basse fréquence ont déclenché un effet de compatibilité syllabique. De plus, un effet de fréquence des syllabes et un effet de fréquence des mots n'étaient significatifs que chez les élèves de CE2 et CM2. Maïonchi-Pino et al. (2010a) ont conclu que la fréquence des syllabes n'inhibait pas l'accès prélexical (voir Chétail & Mathey, 2009a), au contraire, les syllabes à haute fréquence gagnaient en traitement phonologique car elles seraient stockées comme des gestes articulatoires précompilés développés par des configurations répétitives de CGP, alors que les syllabes à basse fréquence bénéficieraient de CGP séquentiels.

1.5 L'effet de la fréquence syllabique

En effet, chez les lecteurs expérimentés, des résultats récents ont montré que les mots dont les premières syllabes sont peu fréquentes sont reconnus plus rapidement que les mots dont les premières syllabes sont très fréquentes. Cet effet *inhibiteur* de la fréquence de la première syllabe dans la tâche de décision lexicale a été reproduit dans différentes langues (e.g., en espagnol, Alvarez et al., 2001 ; Álvarez et al., 2000 ; en français, Conrad et al., 2007 ; Mathey & Zagar, 2002 ; en allemand, Conrad et al., 2006 ; Stenneken et al., 2007). L'effet a été interprété en termes de compétition lexicale : les mots avec des syllabes initiales à haute fréquence déclenchent automatiquement un ensemble de syllabes phonologiques, qui à leur

tour libèrent des mots à haute fréquence. Par conséquent, plus la fréquence des syllabes est élevée, plus le nombre de mots activés est important, ce qui explique pourquoi les temps de reconnaissance sont plus lents pour ces mots.

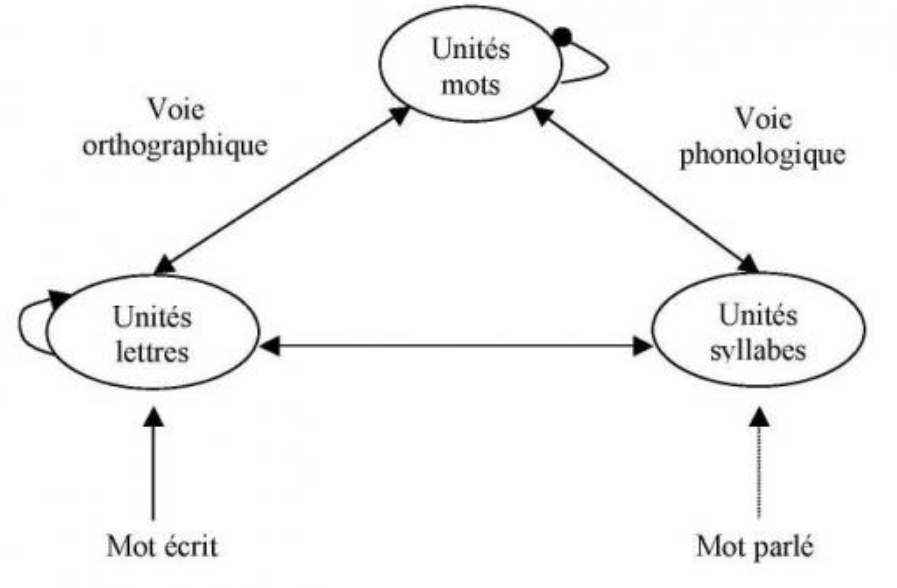
Concernant l'effet de la fréquence des syllabes chez les lecteurs débutants, dans une étude menée en espagnol (e.g., Jiménez González & Valle, 2000), il a été démontré que la première syllabe à haute fréquence avait en fait un effet *facilitateur* sur la reconnaissance des mots. Ils ont rapporté que les mots avec des syllabes à haute fréquence étaient traités plus rapidement que les mots avec des syllabes à basse fréquence. Ils ont interprété cet effet comme une activation précoce des unités de la taille d'une syllabe par la CGP. Cependant, avec les syllabes de basse fréquence, ils ont soutenu que la CGP serait plus mal consolidée que la CGP impliquée avec les syllabes de haute fréquence. Le processus de conversion des syllabes de basse fréquence est également plus lent par rapport aux mots comportant des syllabes de haute fréquence. Chetail et Mathey (2009) ont abordé la question de la fréquence des syllabes pendant la reconnaissance visuelle des mots chez des enfants français. Ils ont mis en évidence un effet inhibiteur fiable de la fréquence des syllabes chez des élèves de CM2. Cependant, un effet facilitateur de la correspondance orthographique des syllabes est apparu : les mots avec des correspondances orthographiques à haute fréquence (e.g., /ã/ dans antenne) étaient reconnus plus rapidement que les mots avec des correspondances orthographiques à basse fréquence (e.g., /ã/ dans hantise). Ils ont fait valoir que de tels résultats étaient compatibles avec les cadres théoriques qui décrivent l'acquisition de la lecture comme une amélioration progressive et graduelle des connexions entre les unités sous-lexicales phonologiques et orthographiques. Ils

ont également émis l'hypothèse que la connaissance implicite des régularités statistiques pourrait progressivement influencer la manière dont les unités orthographiques et phonologiques explicites pourraient être traitées. Comme ils l'ont conclu, ce résultat est compatible avec des données antérieures montrant que les effets de la syllabe phonologique dépendent partiellement des caractéristiques de la syllabe orthographique (voir également Doignon & Zagar, 2005, 2006). Ces données, en plus de celles obtenues dans l'étude menée par Maïonchi et al. (2010a), renforcent le rôle de la syllabe en tant qu'unité phonologique fonctionnelle de lecture.

Lorsqu'un mot comportant une syllabe à haute fréquence est affiché, l'unité syllabique correspondante serait activée au niveau phonologique, ce qui déclencherait à son tour un ensemble important et fréquent de candidats lexicaux. En raison de l'inhibition lexicale entre les unités de mots, ces candidats ralentiraient la reconnaissance de la cible du mot. Cette interprétation suggère que les syllabes sont des unités phonologiques d'accès lexical, activées automatiquement pendant le traitement des mots (e.g., Álvarez et al., 2004 ; Carreiras, et al., 1993 ; Mathey & Zagar, 2002 ; Mathey et al., 2006). Cette hypothèse a été développée dans le modèle à activation interactive avec syllabes (modèle IAMS, Mathey et al., 2006, voir Figure 6), un modèle basé sur le cadre d'activation interactive (McClelland & Rumelhart, 1981).

Figure 6.

Modèle d'activation interactive avec syllabes (IAMS Model, Mathey et al., 2006), tiré de Doignon-Camus et al. (2009)



Il existerait deux façons d'accéder à la représentation d'un mot : 1) un accès orthographique aux unités de mots par des connexions directes entre les unités de lettres adjacentes connectées et les unités de mots et 2) un accès phonologique aux unités de mots, où l'activation du niveau des lettres se propage au niveau syllabique, puis se propage au niveau lexical au moyen de connexions directes entre les syllabes et les unités de mots. Au niveau des syllabes, l'activation découle d'un niveau de repos basé sur la fréquence des syllabes. Ainsi, les unités de syllabes sont supposées être activées directement après l'activation des lettres, de la même manière que les unités de mots peuvent être activées directement après l'activation des lettres.

Pour résumer, la syllabe, semble être une unité linguistique primordiale dans le développement de la conscience phonologique. Elle permettrait en effet de soutenir le

développement de la conscience phonémique mais semble aussi être le point de départ indispensable à la construction des correspondances graphèmes-phonèmes.

Comme nous avons pu le voir, le processus de lecture est complexe et nécessite l'appui de plusieurs facteurs, notamment statistiques et structuraux, pour être réalisés. Cependant, comment les lecteurs procèdent-ils lorsqu'ils n'ont pas accès à ces propriétés statistiques et structurales ? Lors de l'apprentissage d'une langue étrangère par exemple, même au tout début, nous sommes effectivement capables de décomposer les mots en syllabes puisque nous savons lire les mots et les produire, sans même les connaître, en ignorant les propriétés statistiques spécifiques à la langue donnée. Une approche très récente en psycholinguistique permettrait alors d'expliquer la structuration des mots en syllabes par des principes reposant sur les caractéristiques des phonèmes via des règles phonologiques dites universelles.

Chapitre 2 :

Grammaire Phonologique et Sonorité

Dans les études citées précédemment (e.g., Doignon et Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2010), les mots choisis contenaient à la fois des informations orthographiques mais aussi phonologiques. A partir de ces études, nous ne pouvions pas savoir si la lecture pouvait être basée uniquement sur des informations phonologiques. Cependant, certains travaux suggèrent que la lecture pourrait aussi être basée sur des caractéristiques plus psychophysiques telles que la sonorité.

2.1 Principes linguistiques basés sur la sonorité

La sonorité est un concept linguistique controversé, dont la nature et l'origine font l'objet de débats (e.g., Clements, 1990, 2006 ; Parker, 2008, 2017). Cependant : la sonorité est-elle une contrainte linguistique formellement fondée (i.e., une primitive linguistique innée) ou une contrainte linguistique fondée sur la fonction dérivée de l'expérience linguistique des locuteurs des propriétés acoustiques et phonétiques des sons ? Clements (1990, 2006), par exemple, met l'accent sur les corrélats phonétiques insaisissables dans la sonorité, tandis que Parker (2008, 2017) considère que la sonorité phonologique a des propriétés physiques et perceptuelles concrètes et quantifiables.

À l'heure actuelle, la sonorité peut être envisagée comme un élément phonologique universel, formel et semblable à une caractéristique qui catégorise tous les sons de parole en une échelle phonético-acoustique hiérarchique (e.g., Parker, 2008). La sonorité classe les phonèmes consonantiques de haute sonorité (i.e., de liquides à nasales) en phonèmes de faible sonorité (i.e., de fricatif à occlusif). Il est donc possible de décrire des syllabes universellement optimales qui tendent à respecter le principe de séquençage de la sonorité (SSP ; Clements, 1990 ; 2006). Le principe de séquençage de sonorité décrit le profil de sonorité d'une syllabe (PS, dorénavant).

Figure 7.

Hiérarchie de sonorité (inspiré par Jespersen, 1904, p 186, tiré de Maïonchi-Pino et al., 2020 ; voir Gouskova, 2004)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sonority value	1	1,5	2	3	4	4,5	5	6	7	8
low →										*high*
exemplars	/p/, /t/, /k/	/f/, /s/, /ʃ/	/b/, /d/, /g/	/v/, /z/, /ʒ/	/m/, /n/	/l/	/ʁ/	/i/, /u/, /y/	/e/, /o/	/a/
mode	voiceless occlusives	voiceless fricatives	voiced occlusives	voiced fricatives	nasal	laterals	rhotics	high vowels / glides	mid vowels	low vowels

Note : L'utilisation de 1,5 et 4,5 suit une suggestion de Parker (2002) bien que la distance relative entre 1 et 1,5 et 4 et 4,5 ne soit pas forcément équivalente. Les glides (éléments phonétiques intermédiaires entre consonnes et voyelles) ne sont pas représentés, parce qu'ils ne sont pas utiles pour notre objectif lié à la langue française.

Ceci suit à la fois un gradient de distance de sonorité et une dispersion de sonorité basée sur le calcul des sonorités des consonnes individuelles dans une syllabe (e.g., Gouskova, 2004; voir Figure 7). La distance de sonorité décrit la tendance des sonorités à augmenter d'au moins

x degrés de C_1 à C_2 dans un cluster C_1C_2. Le principe de dispersion de la sonorité postule que dans une syllabe C_1C_2V, la distance entre chacun des éléments doit être maximisée en termes de sonorité (e.g., Clements, 1990 ; Selkrik, 1984, voir Figure 8).

Figure 8.

Hiérarchie des distances de sonorité adaptée de Gouskova (2001, 2002, 2004), tirée de Pons-Moll (2011)

Rising sonority

*Dist +7 ≫ *Dist +6 ≫ *Dist +5 ≫ *Dist +4 ≫ *Dist +3 ≫ *Dist +2 ≫ *Dist +1 ≫

Flat sonority

*Dist 0 ≫

Falling sonority

*Dist −1 ≫ *Dist −2 ≫ *Dist −3 ≫ *Dist −4 ≫ *Dist −5 ≫ *Dist −6 ≫ *Dist −7

Dans toutes les langues, la syllabe préférée montre un profil de sonorité qui croît grandement vers le pic vocalique et décroît faiblement sur la fin (Clements, 1990). Plus la syllabe diffère de ce profil de sonorité, plus elle sera complexe : il existe en effet une hiérarchie de complexité syllabique basée sur le profil de sonorité. Les frontières syllabiques sont considérées comme plus ou moins simples selon le profil de sonorité des segments intervocaliques (e.g., Hooper, 1972 ; Selkrik, 1982). Un contact dit *optimal* entre deux syllabes consécutives suit un faible accroissement de sonorité en fin de première syllabe, puis une forte augmentation en début de seconde (e.g., Clements, 1990 ; Vennemann, 1988). D'après la loi du Contact Syllabique Optimal, (i.e., *Syllable Contact Law,* Murray & Vennemann, 1983 ;

Venneman, 1988), l'enchaînement le plus simple et fréquent dans les langues est caractérisé par une fin de syllabe plus haute en sonorité que le début de la seconde syllabe (Maionchi-Pino, 2008, p. 12).

Dans la Théorie de l'Optimalité (*Optimality Theory*, OT ; e.g., Prince & Smolensky, 1997; 2004), cette loi du contact syllabique prend la forme d'une contrainte de marquage contextuel « violable ». L'OT suppose une grammaire phonologique universelle comme un système de contraintes phonologiques violables classées hiérarchiquement qui ne diffèrent pas d'une langue à l'autre. Plus spécifiquement, les contraintes phonologiques sont universelles et régissent la bonne formation des séquences phonologiques dans une langue donnée, mais le classement de ces contraintes est spécifique à la langue, ce qui permet de rendre compte de l'acquisition du langage et de ses variations langagières chez l'enfant. En effet, les enfants ont des contraintes hiérarchiques spécifiques au langage qui se développent progressivement avec l'acquisition phonologique et peuvent expliquer comment les stratégies de segmentation s'améliorent (localisation des frontières syllabiques). La description de l'acquisition et de la variation d'une langue à l'autre dépend du développement qui consiste à classer, ajuster et reclasser les contraintes universelles en fonction des spécificités linguistiques (e.g., McCarthy, 2004).

Comme la formulation de la contrainte et son calcul divergent d'un auteur à l'autre, dépendant essentiellement de la langue étudiée, nous nous concentrerons sur l'approche du les travaux de Gouskova (2001, 2002, 2004), qui présente une formalisation sophistiquée du contact syllabique. Selon Gouskova, le contact syllabique n'est pas une contrainte unique mais une hiérarchie relationnelle de marques distinctes. Cette hiérarchie relationnelle de contraintes

de marquage distinctes ciblant toutes les distances de sonorité possibles à travers les frontières de syllabes (voir Figure 9).

Figure 9.

Hiérarchie relationnelle stratifiée, adaptée de Gouskova (2001, 2002, 2004), tirée de Maïonchi-Pino et al. (2020)

+7	+6	+5	+4	+3	+2	+1	0	−1	−2	−3	−4	−5	−6	−7
t.w	s.w	d.w	z.w	n.w	l.w	r.w	w.w	w.r	w.l	w.n	w.z	w.d	w.s	w.t
	t.r	s.r	d.r	z.r	n.r	l.r	r.r	r.l	r.n	r.z	r.d	r.s	r.t	
		t.l	s.l	d.l	z.l	n.l	l.l	l.n	l.z	l.d	l.s	l.t		
			t.n	s.n	d.n	z.n	n.n	n.z	n.d	n.s	n.t			
				t.z	s.z	d.z	z.z	z.d	z.s	z.t				
					t.d	s.d	d.d	d.s	d.t					
						s.t	s.s	t.s						
							t.t							

less harmonic ⟷ more harmonic

Cette hiérarchie est relationnelle car elle détermine la conformité d'une coda ou d'une attaque, non pas de manière isolée mais en relation avec l'attaque ou la coda adjacente, respectivement ; c'est-à-dire que ce à quoi une attaque ou une coda doit ressembler dépend de la consonne adjacente (Pons-Moll, 2011, 2016).

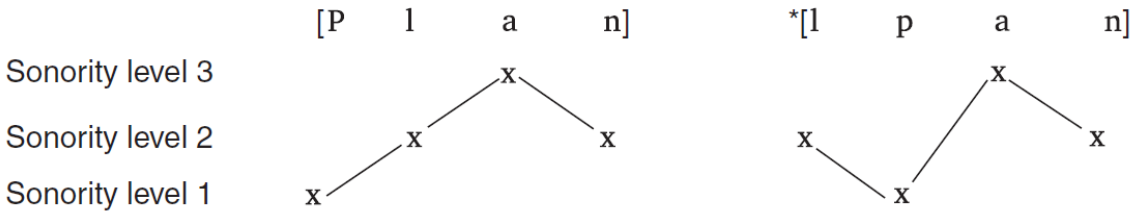
En effet, selon le SSP, dans un profil de syllabe optimale, le début a tendance à croître au maximum en sonorité vers la voyelle puis à chuter au minimum à la coda : la syllabe [plan] est bien formée selon le SSP, mais [lpan] ne l'est pas (voir Figure 10)[4]. En d'autres termes, nous pouvons parler d'un marquage phonologique lié à la sonorité. En effet, les amas de début les

[4] Certaines langues ne respectent pas le SSP. Cependant, les détails ne seront pas discutés dans cette thèse (voir Parker, 2012).

moins marqués et les moins bien formés (non marqués) présentent préférentiellement une forte augmentation de PS vers la voyelle (e.g., /bʁ/). Ainsi, les attaques deviennent progressivement plus marquées et moins bien formées (marquées) lorsque le PS diminue de forte-hausse (e.g., /dm/) à faible-hausse (e.g., /sm/), puis de plateau (e.g., /bd/), de faible-chute (e.g.., /sp/) et forte-chute (e.g., /ʁb/). En somme, à mesure que le marquage augmente, la « bonne formation » (*well-formedness)* diminue du PS forte-hausse au PS forte-chute. Cependant, selon la loi de contact de la syllabe, le pattern du marquage est inversé en frontière syllabique, avec un marquage qui augmente et une bonne formation qui diminue du PS forte-chute (e.g., /ʁb/) au PS forte-hausse (e.g., /dʁ/ ; e.g., Venneman, 1988).

Figure 10.

Exemple de séquençage de sonorité du mot « plan » et pseudo-mot « lpan », tiré de Geeslin (2018)

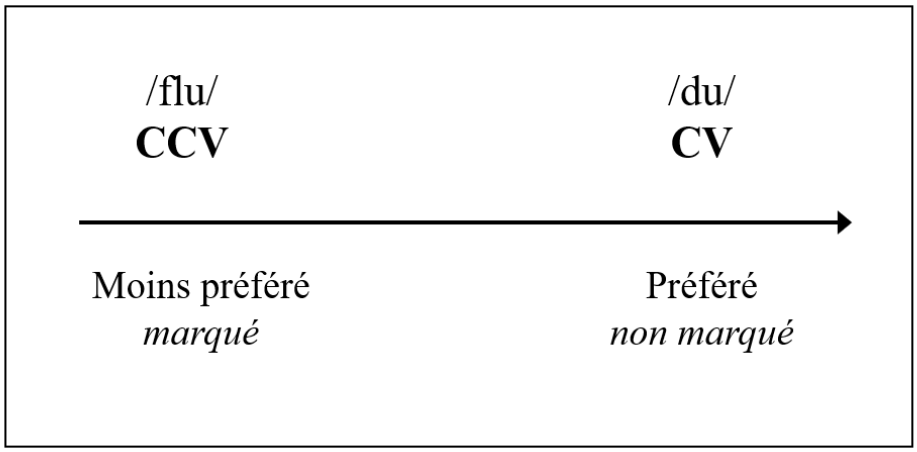


En fait, l'emplacement et la segmentation d'une syllabe peuvent être optimisés si le SSP se conforme à un PS inversé en frontière syllabique : un contact optimal entre deux syllabes consécutives embarque une coda de haute sonorité immédiatement suivie d'une attaque de faible sonorité (e.g., /kaʁ.tɔ̃/, *carton*, le point représente la frontière syllabique). En conséquence, les régularités phonologiques, qui englobent des règles spécifiques au langage

qui régissent la façon dont les phonèmes surviennent et coexistent dans des positions spécifiques dans une langue donnée doivent respecter autant que possible le SSP, bien que certaines langues tolèrent des groupes consonantiques qui violent le SSP (i.e., russe et tchèque, mais aussi français, anglais, etc., e.g., /spɔt/, *spot*). Par exemple, la langue française adhère principalement au SSP. Le français rejette une séquence phonologique comme /ʁb/ en attaque de consonnes car il transgresse le SSP, et est donc considéré comme phonotactiquement illégal (i.e., mal formé en attaque). Le français tolère cependant des séquences phonologiques comme /sl/ ou /bʁ/, qui sont conformes au SSP, et sont considérées comme phonotactiquement légales (i.e., bien formées en attaque) mais avec une probabilité phonotactique faible et élevée (e.g., /slav/, *slave*, /bʁik/, *brique*, voir Figure 11).

Figure 11.

Hiérarchie simple des schémas sonores des syllabes, adapté de Hunter (2019)



Ces modèles spécifiques, qui ont été attestés dans de nombreuses langues, sont attribués à un ensemble universel, classé hiérarchiquement de contraintes phonologiques violables qui sont étayées par des preuves empiriques (e.g., Prince & Smolensky, 2004). En effet, une enquête typologique translinguistique a montré que :

1) la forme de la syllabe universelle est sujette à suivre le SSP ;

2) certains PS tendent à être universellement évités (e.g., /ʁb/ ; e.g., Hyman, 2008)

2.2 Phonologie universelle et marquage de sonorité

Dans une série d'expériences, Berent et al. (2007, 2008, 2009, 2012) montré que des séquences phonologiques C_1C_2 en attaque non amorties et mal formées dans une langue donnée étaient perceptivement confondues et réparées phonologiquement avec une voyelle épenthétique illusoire, dont la nature était spécifique à la langue, pour restaurer les séquences phonologiques bien formées soit en attaque soit en frontière syllabique dans les groupes intervocaliques (e.g., /lb/ → /ləb/ ; voir aussi en japonais, voyelle /u/, e.g., /ebzo/ → /ebuzo/ ; e.g., Dupoux et al., 1999, 2001, 2011, en français, une voyelle semblable à /ə/, e.g., /mʒal/ → /məʒal/ ; Maïonchi-Pino et al., 2013). Comme le soulignent Berent et al. (2007, 2008), les processus de perception et de réparation semblent découler des forces conflictuelles universelles : la marque phonologique (ici sous-jacente aux propriétés liées à la sonorité) et les contraintes de fidélité.

Dans le cadre du système génératif représenté par l'OT, toutes les langues font face à la fois aux forces universelles, qui poussent les langues à préférer les structures non marquées

(i.e., le marquage) et incitent les langues à correspondre le plus possible aux formes lexicales (i.e., fidélité). À partir d'une forme sous-jacente unique, la forme phonétique peut grandement varier en fonction du classement de l'ensemble universel de contraintes. Les contraintes de marquage sont des contraintes phonologiques universelles qui évitent des séquences mal formées, phonotactiquement illégales. Les restrictions phonotactiques (ou contraintes phonotactiques) sont des règles évoquant les configurations de segments phonémiques qui ne peuvent pas apparaître dans une position spécifique car elles ne répondent plus aux exigences combinatoires et articulatoires de la langue. Par exemple, dans le mot français *texte*, le segment *xt* est phonotactiquement illicite. En effet, une séquence est considérée comme illégale à partir du moment où elle ne peut pas apparaître en début de mot (Hooper, 1972). La *légalité phonotactique* est donc une règle qui qualifie une suite de phonèmes comme légale à partir du moment où elle est attestée en initiale de mot (McQueen, 1998). En conséquence, dans le mot *calque*, si le cluster consonantique *lq* est illégal en début de mot, alors la frontière syllabique se trouvera entre les deux consonnes *cal.que* (Dell, 1995). De plus, il a été démontré que des connaissances sur les règles phonotactiques et *probabilistiques* (i.e., termes de fréquence positionnelle) rendent l'acceptation ou le rejet plus efficaces de segments illégaux à ces positions (e.g., Goldrick, 2004 ; Vitevitch & Luce, 2005).

De fait, on pense que les contraintes typologiques inter-linguistiques sur le marquage sont la conséquence du marquage grammatical dans la phonologie universelle (Berent et al., 2007). D'un point de vue inter-linguistique, la présence d'une structure marquée dans une langue implique généralement l'existence de structures apparentées, moins marquées (Riley, 2014). Cette relation implicative a également été étendue aux études comportementales et à la

littérature sur l'acquisition, la présence de structures marquées dans la grammaire d'un individu impliquant que les structures non marquées correspondantes sont également présentes (Barlow, 2016 ; Gierut, 2007). Cela suggère que l'influence des contraintes de marquage devrait affecter la façon dont les individus traitent, représentent et produisent le langage (Berent et al., 2007).

Comme nous l'avons indiqué précédemment, les contraintes de marquage peuvent être envisagées en tant que SSP. D'un autre côté, les contraintes de fidélité sont des contraintes qui nécessitent une mise en correspondance fidèle de la forme sous-jacente avec la forme de surface (i.e., entrée /ʁb/ sur la sortie /ʁb/). Si l'entrée est bien formée (e.g., /bʁ/ en attaque), ses propriétés acoustiques phonétiques sont fidèlement codées et mappées sur la sortie /bʁ/. Mais, si l'entrée est mal formée (e.g., /ʁb/ en attaque), l'entrée ne parvient pas à être fidèlement codée et correspondante à la sortie /ʁb/.

Si nous nous référons à Berent et al. (2007 ; 2008 ; 2012), une entrée mal formée peut être recodée comme une sortie bien formée qui viole au minimum les contraintes hiérarchiquement classées avec une voyelle épenthétique illusoire pour restaurer une alternance de CV spécifique au langage universellement optimale et plausible (e.g., /ʁəb/). Il convient de souligner que les processus de perception et de réparation augmentent proportionnellement dans la mesure où la formation phonologique universelle diminue ; les pires attaques mal formées (e.g., /lbif/) étaient plus mal perçues et réparées en /ləbif/ que les mieux formées comme /bnif/ en /bənif/ (i.e., /lb/ > /bd/ > /bl/). La perception erronée semblerait provenir d'un processus actif qui décoderait et recoderait phonologiquement les attaques malformées en attaques bien formées plutôt que l'échec passif de coder et de récupérer les propriétés acoustiques-phonétiques des attaques mal formées (voir Davidson, 2005, 2011 ; Davidson &

Shaw, 2012 ; Davidson & Wilson, 2016 ; Wilson et al., 2014). Et les processus de perception et de réparation sembleraient dépendre principalement de la satisfaction des contraintes phonologiques universelles liées à la sonorité, quelles que soient les probabilités transitionnelles phonotactiques ou les contraintes (co-) articulatoires. Cependant, d'autres chercheurs ont tenté d'expliquer ces phénomènes différemment, en introduisant le concept de projection de sonorité (e.g., Basirat et al., 2021 ; Daland et al., 2011 ; Dupoux et al., 1999 ; 2011).

2.2.1 Projection de sonorité

Nous savons qu'une attaque telle que *pl* peut précéder un noyau vocalique, puisque la sonorité du liquide [l] est plus élevée que celle du stop [p], alors que lp sera écarté. Inversement, lp est un cluster de coda approprié selon le SSP, tandis qu'un cluster de coda pl doit être écarté. Plusieurs auteurs ont tenté d'expliquer de telles tendances (e.g., Parker, 2017).

Le terme *projection de sonorité* fait donc référence aux distinctions comportementales des locuteurs entre des séquences phonologiques non attestées sur la base de la sonorité (Daland et al., 2011). Par exemple, parmi les clusters d'attaque, la relation de sonorité [bn] > [lb] est observée dans la perception de la parole, la production de la parole et l'acceptabilité des non-mots (e.g., Berent et al., 2007; Davidson, 2006, 2007). En effet, les participants semblent différencier certains clusters comme moins bien formés que d'autres. Mais les contraintes concernant la structure des syllabes émergent-elles des propriétés statistiques des langues (e.g., la fréquence des syllabes dans le lexique) ou reflètent-elles une règle phonologique formelle ?

Une approche classique consiste à examiner comment les contraintes phonologiques, telles que le SSP, sont appliquées aux nouvelles formes. Si les contraintes phonologiques sont indépendantes des exemples appris dans le lexique, les locuteurs devraient appliquer ces règles à un nouveau matériel linguistique. Dans le cas contraire, si les contraintes phonologiques émergent des exemples du lexique, les locuteurs traiteront probablement les nouvelles formes différemment des formes attestées par le lexique. En utilisant ce raisonnement, plusieurs études expérimentales ont comparé l'acceptabilité de non-mots contenant des syllabes ayant des clusters CC qui respectent le SSP, avec celle de non-mots qui ne respectent pas le SSP (e.g., Albright, 2009 ; Daland et al., 2011 ; Hayes & White, 2013). Les participants considéraient que les non-mots commençant par des clusters de sonorité montante (e.g., *pl* en attaque) étaient plus acceptables comme nouveaux mots potentiels que ceux commençant par des clusters de sonorité descendante (*lp* en attaque), même lorsque le degré lexical attesté[5] lexicale des clusters était contrôlé. De tels effets, connus sous le nom d'effets de projection de sonorité (e.g., Basirat et al., 2021 ; Daland et al., 2011), existent dans diverses langues et semblent être distincts des contraintes sensorimotrices (pour une revue, voir Berent, 2017). On pense qu'ils démontrent l'existence d'une règle phonologique formelle concernant le SSP (Berent et al., 2007).

En se concentrant sur le SSP, Basirat et collaborateurs (2021) ont étudié dans quelle mesure les locuteurs natifs adultes du français sont sensibles aux contraintes liées à la sonorité

[5] Il est important de faire la distinction entre « attesté » et « non attesté », qui se rapportent à des séquences phonotactiques légales et illégales vs. « bien formé » et « mal formé », qui se réfèrent à des séquences phonologiques qui ne sont pas conformes aux principes linguistiques universels. Par conséquent, un cluster d'attaque peut être non attesté et mal formé (e.g., /ʁb/) ou non attesté et bien formé (e.g., /gm/).

par rapport au lexique attesté. En utilisant une tâche de jugement d'acceptabilité comme dans Daland et al. (2011), les participants ont évalué l'acceptabilité de trois types de non-mots en utilisant une échelle de 6 points : les non-mots avec des attaques bien formées de type Hausse, des attaques mal formées de type Hausse et des attaques mal formées de type Chute. L'analyse des données a été effectuée en mesurant la sensibilité des participants au lexique attesté et à la bonne formation phonologique (i.e., le respect ou la violation de la SSP). Les résultats ont montré que les participants distinguaient les associations bien formées des mal formées, même lorsque le caractère attesté du lexique était contrôlé. Ceci est cohérent avec les résultats précédents sur les effets de projection de la sonorité. Les participants étaient plus sensibles au lexique attesté qu'à la bonne forme phonologique. Globalement, leurs résultats montrent l'existence de l'effet de projection de la sonorité en français. Ils montrent également que les locuteurs français sont plus sensibles au caractère attesté du lexique qu'au caractère bien formé de la phonologie (défini comme la sonorité montante par rapport à la sonorité descendante des attaques). Ceci suggère que la connaissance des contraintes phonologiques concernant la SSP est utilisée différemment de celle concernant les propriétés statistiques du lexique. Il existerait un modèle uniquement basé sur les statistiques lexicales qui pourrait expliquer la projection de la sonorité (du moins en anglais) sans qu'un principe de séquencement de la sonorité préexiste (Daland et al., 2011). Ceci diffère de Berent et al. (2007) qui partent de la conviction qu'il n'existe aucun support lexical pour la projection de la sonorité. Les auditeurs doivent posséder une certaine forme de connaissance universelle, qu'elle provienne de « préférences inhérentes au système linguistique » ou de « connaissances induites par l'expérience phonétique ». Pour conclure, Berent et al. (2007 ; 2008 ; 2012) ainsi que Maïonchi-Pino et al., (2020) ont affirmé

que l'existence d'une grammaire phonologique universelle et de ses contraintes dans l'OT était pertinente pour décrire pourquoi - et comment - le système perceptif transforme des séquences phonologiques mal formées en séquences bien formées.

Alors que Berent et al. (2011) ont montré des profils de réponse similaires à ceux trouvés chez les adultes (e.g., Berent et al., 2007 ; 2008 ; Tossonian et al., 2020), Berent et al. (2012 ; 2013 ; 2016) et Maïonchi-Pino et al. (2013) n'ont pas identifié de déficit en grammaire phonologique pour traiter le marquage lié à la sonorité, que ce soit en attaque ou intervocaliques, comme une source du déficit phonologique des dyslexiques (voir Berent et al., (2012) qui ont démontré que les dyslexiques adultes en hébreu présentaient un déficit phonétique qui est dissociable de la grammaire phonologique et n'altère pas nécessairement celle-ci). Par conséquent, ces études ont conclu que la segmentation syllabique pouvait reposer sur des informations autres que les propriétés orthographiques et phonologiques. Peu d'études sur la sonorité ont été conduites et nous avons, jusqu'à présent, très peu d'informations sur l'influence de la sonorité chez les enfants dyslexiques.

Comme mentionné ci-dessus, une hypothèse fondamentale du cadre original de l'OT est que les contraintes qui composent la grammaire phonologique sont innées chez tous les locuteurs de la langue, et que le rôle de l'input est d'informer sur la façon dont ces contraintes sont organisées dans la hiérarchie appropriée à la langue (Berent et al., 2012 ; Maïonchi-Pino et al., 2013). D'autres études qui ont étendu l'OT, notamment Hayes (1996) ainsi que Hayes et Steriade (2004), proposent que ces contraintes soient acquises par un ancrage inductif, où les données d'entrée sont traitées d'une manière qui permet des comparaisons systématiques d'exemples. Grâce à ces comparaisons, des généralisations (contraintes) sont créées sur la base

de modèles qui semblent s'appliquer à tous les exemples comparables. Les contraintes formulées sont ensuite évaluées chaque fois qu'un exemplaire est rencontré pour déterminer le degré d'adéquation et le pouvoir prédictif, et sont favorisées si elles produisent des formes qui sont plus faciles à articuler et à percevoir. L'ensemble de ce processus est régi par une seule contrainte au niveau le plus élevé, qui exige que toutes les contraintes créées soient aussi maximalement parcimonieuses, ou incomplexes. Les contraintes qui sont le résultat de ce test systématique d'exemples constituent la grammaire phonologique (Berent, 2013).

La théorie de l'innéité propose des interprétations différentes de l'origine de la déficience du système phonologique des dyslexiques et de nombreuses études du SSP chez ces derniers en découlent. Ces études supposent que l'innéité est ce qui permet à la grammaire phonologique d'être intacte dans un système phonologique autrement déficient (Berent et al., 2012, 2013, 2016 ; Maïonchi-Pino et al., 2012b ; 2013). L’innéité propose que les déficits dans les systèmes phonologiques des personnes atteintes de dyslexie soient associés aux représentations phonémiques ou à l'interface phonétique, plutôt qu'à des déficiences dans l'application des contraintes phonologiques. En revanche, la proposition de fondement inductif pour la construction de contraintes suggère que le SSP peut être acquis par apprentissage statistique, avec une part de phonologie universelle minimale (Hayes, 2011).

Pour les personnes dont le système phonologique est déficient, une perspective basée sur ce compte suggère que la grammaire phonologique pourrait se développer de manière aberrante, et que si certains aspects peuvent être intacts, d'autres peuvent être altérés. Plus précisément, il parait intéressant d’étudier le rôle des règles phonologiques universelles dans les stratégies de lecture des enfants dyslexiques. En effet, des outils basés sur la sonorité

pourraient rendre compte des difficultés de lecture de ces personnes. De même, elles pourraient également rendre compte de difficultés de lecture d'une autre nature. L'objectif final est de pouvoir mieux caractériser les difficultés rencontrées en lecture par ces enfants, et ainsi les mécanismes cognitifs déficitaires des personnes dyslexiques.

Chapitre 3 :

Dyslexie développementale : causes, origines et conséquences

3.1 Qu'est-ce que la dyslexie développementale ?

3.1.1 Dyslexie : définition

La dyslexie[6] est l'un des troubles cognitifs développementaux les plus étudiés. La dyslexie développementale est décrite comme un trouble neurobiologique génétique qui se manifeste par une difficulté durable dans l'apprentissage de la lecture et de l'écriture, en l'absence de troubles intellectuels, perceptuels, psychologiques ou éducatifs (e.g., Ziegler & Goswami, 2005). On estime qu'elle touche 7 à 15 % de la population (e.g., Fostick & Revah, 2018 ; Maïonchi-Pino et al., 2013 ; Peterson & Pennington, 2015 ; Serniclaes et al., 2004). La dyslexie est très hétérogène, se présente le long d'un spectre et présente fréquemment d'autres déficits (e.g., déficit attentionnel) et des troubles du langage (e.g., trouble des sons de la parole et le retard de développement du langage, e.g., Georgiou et al., 2012 ; Hämäläinen et al., 2013 ; Manis & Keating, 2004 ; Pacheco et al., 2014 ; Peterson & Pennington, 2015 ; Ramus et al.,

[6] Au sein du DSM-5, la dyslexie (tout comme la dysorthographie mais également les troubles de la compréhension écrite, de l'expression écrite ou encore de l'arithmétique) est incluse dans l'appellation dite de Troubles Spécifiques des Apprentissages (TSAp), plus particulière comme un trouble spécifique du langage écrit (TSLE). Nous utiliserons exclusivement le terme de dyslexie afin de faciliter la lecture.

2003 ; Savage et al., 2005 ; Vellutino et al., 2004). Les recherches menées au cours des 30 dernières années (e.g., Boets et al., 2013 ; Ecalle et al., 2007 ; Ramus & Szenkovits, 2008) décrivent des difficultés dans la dénomination rapide, la mémoire verbale à court terme et la conscience phonologique (i.e., la capacité de manipuler les sons mentalement, y compris la segmentation des mots en leurs sons constitutifs et la fusion des sons pour former des mots, e.g., Furnes & Samuelsson, 2010 ; Landerl et al., 1997, 2013 ; Ziegler et al., 2010).

Le principal déficit linguistique de la dyslexie concerne la phonologie (e.g., Munson et al., 2005 ; Gillon, 2018 ; Snowling, 2006), une caractéristique qui se vérifie sur le plan inter-langue (Ziegler et al., 2003). Les théories quant à son origine neurocognitive sont plus variées, incluant un développement aberrant dans la voie magnocellulaire (e.g., Giraldo-Chica et al., 2015 ; Gori et al., 2014) ou le cervelet (e.g., Démonet et al., 2004 ; Ramus et al., 2003) ainsi que des troubles du traitement acoustique (e.g., Banai & Ahissar, 2018 ; Fostick & Revah, 2018 ; Goswami et al., 2011 ; Snowling, 2001 ; Stein, 2018; Tallal, 1980) et visuel (e.g., Georgiou et al., 2012 ; Paulesu et al., 2001). Comme mentionné dans la définition, il existe également de solides arguments en faveur du caractère génétique de la dyslexie (e.g., Carrion-Castillo et al., 2013 ; Fostick & Revah, 2018 ; Gialluisi et al., 2020 ; Vellutino et al., 2004, voir Chapitre 3.1.2). Bien que des arguments aient été avancés pour que la dyslexie soit un déficit de représentation phonologique (e.g., Boada & Pennington, 2006 ; Hornickel & Kraus, 2013 ; Lyon et al., 2003 ; Swan & Goswami, 1997), le consensus le plus fort semble être pour la dyslexie vue comme un déficit de traitement phonologique (e.g., Banai & Ahissar , 2018 ; Boets et al., 2013 ; Bonte et al., 2007 ; Casini et al., 2018 ; Gori et al., 2014 ; Hämäläinen et

al., 2013 ; Hari & Kiesilä, 1996 ; Manis & Keating, 2004 ; Mundy & Carroll, 2012 ; Ramus & Szenkovits, 2008 ; Serniclaes et al., 2001 ; Tallal, 1980).

3.1.2 Hétérogénéité sur l'origine génétique

La variabilité de la population dyslexique, tant au niveau du comportement que des corrélats neuronaux du trouble, pourrait être due à l'hétérogénéité des gènes impliqués.

La dyslexie est un trouble héréditaire, ce qui signifie qu'elle a une forte composante génétique et qu'elle est présente dans les familles. Les premières études sur les gènes impliqués dans la dyslexie ont commencé par l'étude des cerveaux post-mortem de personnes ayant souffert de dyslexie de leur vivant. Galaburda et ses collègues ont découvert des anomalies anatomiques communes à plusieurs personnes atteintes de dyslexie (e.g., Galaburda et al., 1985 ; Galaburda & Kemper, 1979 ; Humphreys et al., 1990). Plus précisément, ils ont observé deux types d'anomalies physiques : la polymicrogyrie périsylvienne (un nombre accru de petits plis dans les zones linguistiques du cerveau) et l'ectopie (des grappes de neurones dans un tissu où les neurones sont par ailleurs uniformément répartis). La présence d'une ectopie était la plus courante des deux et était souvent observée dans les zones spécifiques au langage du lobe temporal gauche. Étant donné que ces anomalies anatomiques impliquaient des neurones dans des endroits et des orientations inattendus, les auteurs ont conclu que les gènes impliqués dans la dyslexie étaient très probablement des gènes impliqués dans la migration neuronale pendant le développement *in utero*. À partir de ces travaux, les auteurs ont identifié quatre gènes de migration neuronale qui restent les gènes candidats de la dyslexie les plus étudiés : DYX1C1, ROBO1, KIAA0319 et DCDC2 (Galaburda et al., 2006). Selon le gène affecté, certains

neurones migrent trop loin, pas assez loin ou se regroupent en ectopies (e.g., Burbridge et al., 2008 ; Galaburda et al., 2006 ; Szalkowski et al., 2012, mais voir Martinez-Garay et al., 2017). Des travaux de suivi dans des modèles de rongeurs ont confirmé que la suppression de la fonction de ces gènes entraîne des anomalies comparables, soutenant le lien direct entre ces gènes et les différences physiques dans le cerveau (e.g., Burbridge et al., 2008 ; Szalkowski et al., 2013). Ces anomalies physiques peuvent interférer avec la façon dont les neurones se spécialisent plus tard dans le développement ou provoquer des connexions anormales entre les neurones. Bien que ces fonctions in utero soient bien connues, il est possible que tout ou partie des déficits de la dyslexie soient dus à un dysfonctionnement génétique postnatal, bien que cette hypothèse n'ait pas encore été testée.

Même si ces gènes continuent d'être la cible de la plupart des études sur la génétique de la dyslexie, aucun d'entre eux n'est apparu comme le seul responsable, et il n'existe pas de consensus quant à savoir lequel ou lesquels d'entre eux ont le plus d'influence sur le trouble ou comment ils interagissent pour provoquer la dyslexie. Comme de nombreux troubles de la communication, la dyslexie est probablement un trouble causé par de nombreux gènes et leur interaction avec l'environnement. De plus, à ce jour, il n'existe pas de marqueur génétique unique présent dans tous les cas de dyslexie, ce qui laisse penser qu'il existe de multiples voies génétiques menant au même trouble (e.g., Fisher & DeFries, 2002 ; Pennington et al., 1991 ; Scerri & Schulte-Körne, 2010). Il a donc été difficile de déterminer quels gènes sont des « gènes de la dyslexie » et comment chaque gène contribue au trouble. Certains chercheurs ont donc orienté leurs efforts vers la compréhension du rôle que joue chacun de ces gènes dans le

contexte de la dyslexie et des déficits comportementaux qui conduisent à l'échec de l'acquisition de la lecture.

L'origine génétiques des dysfonctionnements neurobiologiques rendrait ainsi indirectement compte des dysfonctionnements cognitifs observables chez les dyslexiques notamment de leurs difficultés en lecture. A ce sujet, le déficit fondamental sous-jacent est considéré par beaucoup comme un mauvais traitement phonologique : des études inter-langues ont établi que ce déficit phonologique majeur tend à être un marqueur universel des difficultés de lecture (e.g., Landerl et al., 2013). En accord avec de récentes méta-analyses, Saksida et al. (2016) ont démontré que 97% de leurs participants dyslexiques souffraient d'un déficit phonologique (e.g., Kudo et al., 2015 ; Melby-Lervåg et al., 2012). Étant donné l'importance de la conscience phonologique pour l'acquisition de la lecture (e.g., Ziegler & Goswami, 2005, voir Chapitre 1.2.1), il n'est pas étonnant que les déficits dans l'utilisation de l'information phonologique soient aussi importants dans le trouble de lecture spécifique. C'est pourquoi seule la variable phonologique constitue la majorité des cas de dyslexie (e.g., Ramus, 2003). Le système de représentation mentale et de traitement cognitif des sons de parole serait dégradé / sous-spécifié, ce qui nuirait à l'apprentissage et à la manipulation de CGP, donc au décodage de mots (e.g., Sprenger-Charolles & Colé, 2013). Il existe de nombreuses hypothèses explicatives sur la dyslexie, mais la plus robuste est la théorie phonologique.

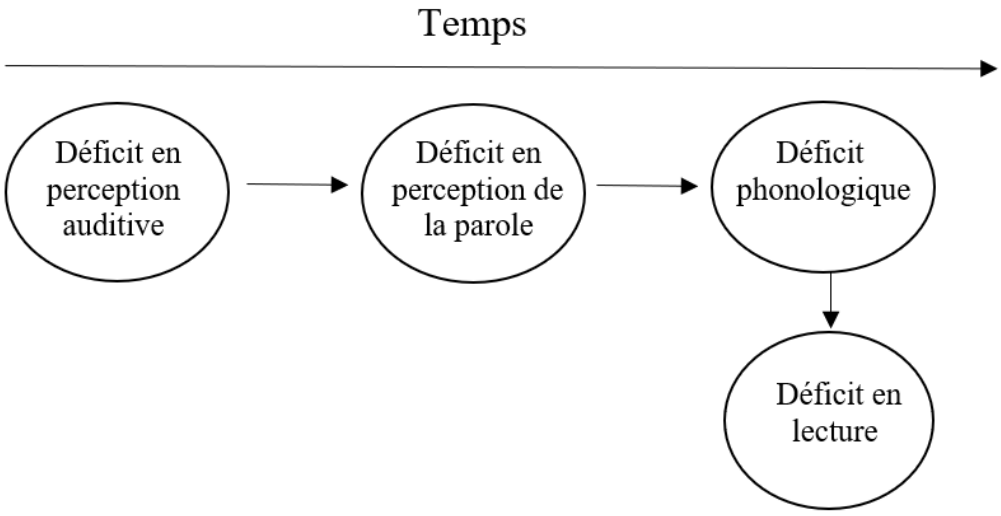
3.2 Déficit phonologique dans la dyslexie

3.2.1 La théorie phonologique

La théorie phonologique repose sur le principe que la langue écrite est basée sur le langage oral et que les déficits phonologiques - présents dans jusqu'à 100% des cas - ne sont pas nécessairement caractérisés par des déficits sensorimoteurs (Ramus, 2003 ; Ramus et al., 2003). Deux facteurs susceptibles d'entraver le développement phonologique sont la perception de la parole et les capacités de traitement auditif. La recherche a cherché à établir si un déficit de la perception des sons de la parole, éventuellement sous-tendu par une faiblesse plus générale du traitement auditif, pouvait être à l'origine du déficit phonologique de la dyslexie (voir Figure 12).

Figure 12.

Possible rôle causal du déficit de perception auditive dans le développement des problèmes de lecture (adapté de Snowling et al., 2012).



Cependant, les déficits du traitement auditif ne sont pas caractéristiques de tous les enfants dyslexiques et, bien qu'il existe des preuves que les enfants dyslexiques présentent de légers déficits de la perception de la parole, cela pourrait se limiter à ceux qui présentent des déficits plus larges du langage oral. Des études longitudinales sont nécessaires pour élucider les relations de causalité entre ces aptitudes. De plus, ces déficits sensorimoteurs n'expliquent pas les difficultés de lecture de manière efficace (Chiappe et al., 2002). La lecture reposerait alors sur des systèmes neuronaux qui seraient communs au langage oral : ceux des représentations phonologiques. Le déficit phonologique toucherait principalement les capacités de segmentation phonémique (e.g., Martin et al., 2010 ; Melby-Lervåg et al., 2012 ; Ziegler & Goswami, 2005) et la mémoire phonologique à court terme. (e.g., Cowan, 2017 ; Majerus & Cowan, 2016 ; Paulesu et al., 2001 ; Wokuri & Marc-Breton, 2018). Les difficultés associées comprennent la mémoire de travail verbale, la répétition et la lecture de non-mots, la récupération de mots et la dénomination rapide de mots (e.g., Fowler, 1991 ; Melby-Levig & Lervig, 2011 ; Peterson & Pennington, 2015 ; Savage et al., 2005 ; Snowling, 2001). Les déficits dans le développement de la conscience phonologique peuvent entraîner des problèmes plus importants dans le développement du vocabulaire et des connaissances de base (Lyon et al., 2003). Chez les dyslexiques, les capacités de l'analyse phonémique seraient modifiées, avant même d'apprendre à lire (e.g., Sprenger-Charolles et al., 2000). Pour de nombreux auteurs, le déficit phonologique est le seul trouble cognitif spécifique présent dans toutes les dyslexies (e.g., Ramus, 2003, Shaywitz & Shaywitz, 2005 ; Snowling, 2001 ; Vellutino et al., 2004). Selon Ziegler et Goswami, on trouve des personnes dyslexiques dans tous les pays - puisque les compétences phonologiques sont requises dans toutes les langues - mais elles se

manifestent différemment selon la transparence du système d'orthographe du pays (e.g., Goswami et al., 2011 ; Goswami, 2005). A ce sujet, Carioti et al. (2021) ont mené une méta-analyse sur le lien entre la transparence orthographique et les difficultés en lecture des individus dyslexiques. Pour explorer davantage cette question et évaluer le rôle modérateur de la transparence orthographique dans les trajectoires cognitives développementales des lecteurs dyslexiques et normo-lecteurs, ils ont sélectionné 79 études et chacune d'elle a été classée en fonction de la transparence orthographique (opaque vs transparente) et de l'âge des participants (enfants vs adultes). Ils ont trouvé un effet d'interaction entre l'âge et l'orthographe dans la précision de lecture de mots et un effet significatif de l'âge dans la précision de lecture de pseudo-mots, mais aucun effet de l'âge et de la transparence orthographique sur la vitesse de lecture. Ces résultats suggèrent que la vitesse de lecture est un indice fiable pour discriminer individus dyslexiques et normo-lecteurs à travers les orthographes européennes de l'enfance à l'âge adulte. Des résultats similaires ont été obtenus pour la conscience phonologique, la dénomination rapide et la mémoire de travail à court terme, suggérant que l'architecture cognitive de la reconnaissance des mots et les déficits sous-jacents de la dyslexie développementale sont universels. En effet, même certaines études montrent que les déficits de conscience phonologique des enfants dyslexiques disparaissent si ces derniers lisent une orthographe transparente comme le néerlandais (De Jong & Van der Leij, 2003), les déficits de conscience phonologique persistent à l'âge adulte si ces individus lisent une orthographe incohérente, plus opaque, comme l'anglais. Pour cette raison, la théorie phonologique semble être la seule hypothèse permettant d'expliquer le nombre maximum de cas de dyslexie et de préciser au mieux l'origine des difficultés de lecture (e.g., Sprenger-Charolles & Colé, 2013).

Dans ce contexte, le déficit phonologique pourrait être caractérisé pour de nombreux chercheurs par des représentations phonologiques dégradées ou sous-spécifiées (e.g., Colé & Sprenger-Charolles, 1999 ; Swan & Goswami, 1997). Au cours des dix dernières années, cette perturbation des représentations phonologiques a été expliquée par un processus perceptuel déficient des phonèmes : un déficit de perception catégorielle (PC dorénavant ; e.g., Bogliotti et al., 2008 ; Medina et al., 2010 ; Medina & Serniclaes, 2005 ; Noordenbos & Serniclaes, 2015 ; Serniclaes et al., 2001). La PC est le fait que, pour de mêmes différences acoustiques, deux sons appartenant au même phonème (e.g., deux variantes de /b/) sont moins bien discriminés que deux sons n'appartenant pas au même phonème (/b/ et /d/). La manifestation la plus fréquente du déficit de la PC en dyslexie est la plus faible discrimination des différences acoustiques entre les catégories phonémiques, avec une meilleure discrimination des différences acoustiques dans les catégories phonémiques (e.g., Serniclaes et al., 2001). Cette perception allophonique au cours de l'apprentissage de la lecture a de sérieuses implications car elle révèle la faiblesse des représentations phonémiques (Serniclaes et al., 2004). En fait, il leur serait très difficile d'attribuer la même lettre à des sons qu'ils distingueraient différemment. Le manque de représentations de phonèmes invariants est un obstacle au développement de CGP et donc le lexique orthographique, basé sur cette médiation phonologique ne peut pas être construit (Share, 1995). Cette perception pourrait s'expliquer par un manque de spécification des phonèmes oraux dans l'enfance qui serait notamment percevable lorsque l’écrit entre en jeu, car pour transcrire, nous avons besoin de représentations stables.

Peu d'études ont cependant évalué la grammaire phonologique des dyslexiques, et aucune n'a distingué un déficit phonologique d'une atteinte phonétique avant Berent et al.

(2012), qui ont montré que ces deux sources peuvent être dissociées. Ils ont démontré que les dyslexiques adultes ont un discrimination phonétique altérée (e.g., /ba/ vs /pa/), et leur déficit compromet même la capacité de base à identifier les stimuli acoustiques dans la langue orale. Remarquablement, la capacité de ces individus à généraliser les règles phonologiques grammaticales est intacte. Le contraste entre les capacités phonétiques et phonologiques de ces individus démontre que le moteur algébrique générateur de motifs phonologiques est distinct de l'interface phonétique qui les met en œuvre. Alors que la dyslexie compromet le système phonétique, certains aspects fondamentaux de la grammaire phonologique peuvent être préservés.

3.2.2 Accès à des représentations phonologiques intactes

Au cours de la dernière décennie, plusieurs auteurs (e.g., Boets et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a ; 2013 ; Ramus & Ahissar, 2012 ; Ramus & Szenkovits, 2008 ; Szenkovits & Ramus, 2005) ne soutiennent plus l'hypothèse supposant des représentations phonologiques dégradées ou sous-spécifiées chez les personnes dyslexiques : les déficits ne seraient qu'au niveau de la mémoire phonologique à court terme. Il a été observé que les difficultés des enfants atteints de dyslexie apparaissent surtout lorsque les conditions des tâches ne sont pas optimales – vitesse rapide, environnement bruyant, stress induit, activation de la mémoire de travail - et nécessitent une participation de la mémoire phonologique à court terme (e.g., Ramus & Szenkovits, 2008).

Actuellement, la preuve la plus convaincante de l'hypothèse d'un accès difficile aux représentations phonologiques est fournie par les recherches de Boets et al. (2013) chez les

adultes atteints de dyslexie. Ils ont évalué l'intégrité des représentations phonologiques dans le cortex auditif et les régions cérébrales voisines par une technique de « *whole-brain searchlight* » et l'accessibilité de ces représentations par une analyse de la connectivité fonctionnelle entre les différentes régions du cerveau impliquées dans le langage. Les résultats suggèrent que les dyslexiques ne sont pas déficitaires dans les représentations sous-jacentes, suggérant qu'une connexion dysfonctionnelle entre les zones du langage frontale et temporale empêche l'accès efficace à des représentations des sons de la parole autrement intactes, empêchant ainsi la personne de les manipuler aisément.

Enfin, cette revue de la littérature conduit à penser que si l'on cherche à tester l'intégrité des représentations phonologiques, il faut analyser des résultats ayant fait appel à la voie phonologique exclusivement. Cependant, des études antérieures (e.g., Doignon & Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a) ont utilisé des stimuli avec deux types de propriétés statistiques (orthographiques et phonologiques). Il était alors difficile d'identifier la voie utilisée (phonologique ou lexicale). Pour poursuivre notre objectif, il semble intéressant de mesurer la sensibilité aux différents SP, car nous mesurerons alors vraiment un processus acoustique, tout comme dans les travaux de Serniclaes (2001, 2004). Ainsi, la sonorité semble influencer la segmentation syllabique à la fois chez les enfants normo-lecteurs et chez les enfants dyslexiques. De plus, les enfants dyslexiques - supposés avoir des représentations phonologiques dégradées et un processus acoustique détérioré - sont capables de segmenter les mots en fonction de leur sonorité. Aussi, plusieurs études ont démontré que les personnes atteintes de dyslexie ne différaient pas des normo-lecteurs dans leur capacité à compenser les phénomènes d''assimilation, et suggèrent qu'ils sont également sensibles à cet

aspect de la grammaire phonologique (chez l'enfant, Marshall et al., 2010 ; et chez l'adulte, Szenkovits et al., 2016). Cela va dans le sens des représentations phonologiques préservées et certainement d'un accès laborieux plus lent à ces représentations.

L'étude de la contrainte phonologique universelle de la netteté de la sonorité, censée définir les contours des syllabes et les limites syllabiques, est alors essentielle pour appréhender plus concrètement l'apprentissage normal et pathologique de la lecture. De manière critique, les univers phonologiques tels que les sonorités n'ont pas bénéficié d'une grande attention (à l'exception des études sur la production et la perception de la parole) même si cela pourrait être un candidat crédible qui co-contribue avec les propriétés statistiques dans la localisation des frontières syllabiques en lecture silencieuse (e.g., dans la perception de la parole en anglais, e.g., Berent et al., 2007, 2012, 2016 ; Tamási & Berent, 2015 ; en français, Maïonchi-Pino et al., 2013).

Finalement, lorsque les enfants dyslexiques échouent à accomplir certaines tâches (e.g., la segmentation syllabique), ces difficultés peuvent être liées à des paramètres strictement phonologiques, mais aussi à des propriétés de la langue - fréquence d'occurrence des lettres / des syllabes / des structures. Ainsi, l'utilisation de sonorités et de structures qui n'existent pas en français - ou qui sont trop rares - permettrait de contourner cette « spécificité linguistique ». Le déficit phonologique étant un marqueur universel et la sensibilité précoce aux unités syllabiques en français, nous amènent à penser que la sonorité pourrait être un moyen prometteur pour mieux comprendre l'origine de ce déficit phonologique et la relation entre les univers phonologiques abstraits et les structures spécifiques au langage. Ce protocole devrait donc servir à une trajectoire développementale complémentaire qui propose une évaluation

écrite de la phonologie universelle dans le but de tester les deux hypothèses phonologiques dans la dyslexie développementale.

Aussi, nous allons voir que les personnes atteintes de dyslexie ont une mémoire de travail déficitaire (e.g., Martinez Perez et al., 2012 ; Landerl et al., 2013 ; Knoop-van Campen et al., 2018). Par ailleurs, le contexte d'évaluation pourrait-il amplifier les difficultés en lecture des enfants dyslexiques ? Afin de réponde à cette problématique, nous nous sommes intéressés au poids des contraintes liées au contexte d'évaluation sur les difficultés d'accès aux représentations phonologiques.

Chapitre 4 :
La pression socio-évaluative : quels impacts sur les performances en lecture ?

Comme mentionné dans le chapitre précédent (voir Chapitre 3.2.2), les personnes dyslexiques seraient en mesure d'effectuer des traitements phonologiques syllabiques : ils semblent posséder des représentations orthographiques et phonologiques préservées en mémoire à long terme, suggérant l'idée d'un déficit d'accès à des représentations phonologiques préservées (Ramus & Szenkovits, 2008). Plus précisément, en plus d'un déficit en mémoire de travail, les individus dyslexiques auraient des difficultés à transférer les informations en mémoire à long-terme pour ensuite y accéder de nouveau.

3.1 Le déficit en mémoire de travail et la boucle phonologique chez les personnes dyslexiques

3.1.1 Mémoire de travail selon Baddeley

Dans une approche structuraliste, la mémoire de travail (MDT) est définie comme un système de traitement dynamique à capacité limitée, stockant et traitant de manière temporaire des informations (Baddeley, 1986). Elle est impliquée dans de nombreux processus cognitifs, comme la résolution de problème ou la compréhension du langage, et est fondamentale pour l'exécution des tâches non automatisées (Schmader et al., 2008). La MDT est également

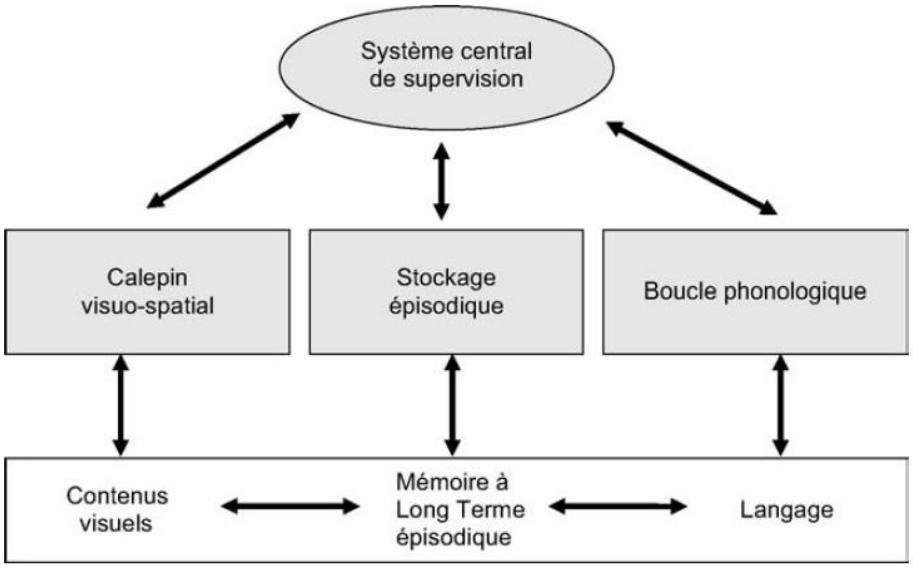
considérée comme une capacité essentielle lors de l'acquisition de nouvelles connaissances et compétences, notamment les capacités de lecture (Yang et al., 2017).

En se basant sur le modèle de gestion de l'information de Baddeley (1986), la MDT comporterait trois composantes travaillant constamment en interaction : un administrateur central et deux systèmes subordonnés (i.e., la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial). Le fonctionnement de ce système ainsi que les interactions entre ses composantes présentent certaines spécificités qui dépendent non seulement de la complexité des tâches à réaliser mais des capacités cognitives des sujets. L'administrateur central gère le transfert des informations en mémoire à long terme (MLT), l'allocation des ressources cognitives, le déclenchement de la boucle d'autorépétition mentale et décide de l'ordre des actions lors de l'exécution d'une tâche. Il contrôle le fonctionnement des deux autres systèmes subordonnés, dont le calepin visuo-spatial qui lui, coordonne les processus liés à l'imagerie mentale. Le calepin visuo-spatial est aussi essentiel en intelligence non verbale et en conscience orthographique (Baddeley, 1986 ; Lemaire, 1999). La boucle phonologique (ou articulatoire) est destinée au maintien de l'information verbale et phonologique et, par conséquent, joue un rôle fondamental dans l'acquisition du langage. Elle est aussi responsable de la mise en œuvre de l'auto-répétition mentale qui permet de maintenir l'information en MDT ou de la transférer en MLT. Elle est traditionnellement mesurée par un rappel sériel d'informations verbales (e.g., mots ou nombres). La boucle phonologique comprend un registre de stockage passif limité dédié aux informations acoustiques et verbales, ainsi qu'un mécanisme actif de répétition articulatoire afin de maintenir la trace phonologique en mémoire. L'existence de ce mécanisme a été mise

en évidence via 4 effets principaux : l'effet de similitude phonologique, de l'écoute inattentive, de longueurs des mots et de la suppression articulatoire (Baddeley, 1986). La boucle phonologique est un sous-système de la MDT qui se compose lui-même de deux sous-systèmes : l'un concerne le stockage à court terme et à capacité limitée d'informations phonologiques et verbales ; l'autre permet le contrôle articulatoire de répétitions subvocales (i.e., langage intérieur ou répétition silencieuse telle qu'utilisée par les enfants lorsqu'ils apprennent à lire avec la répétition à voix basse ou en mimant l'articulation avec les lèvres).

Figure 13.

Modèle de gestion de l'information révisé (Baddeley, 2000), tiré de Olive & Piolat (2005)



Dans la dernière version du modèle, le mécanisme du *buffer* épisodique (Baddeley, 2000, voir Figure 13), un stockage multi-modal limité, a été ajouté. Le stockage épisodique est un système capable de maintenir une représentation qui intègre des informations provenant de

différentes sources et de différents types. Ainsi, il permet de faire l'interface entre les systèmes subordonnés qui impliquent des codes différents, mais également avec la MLT.

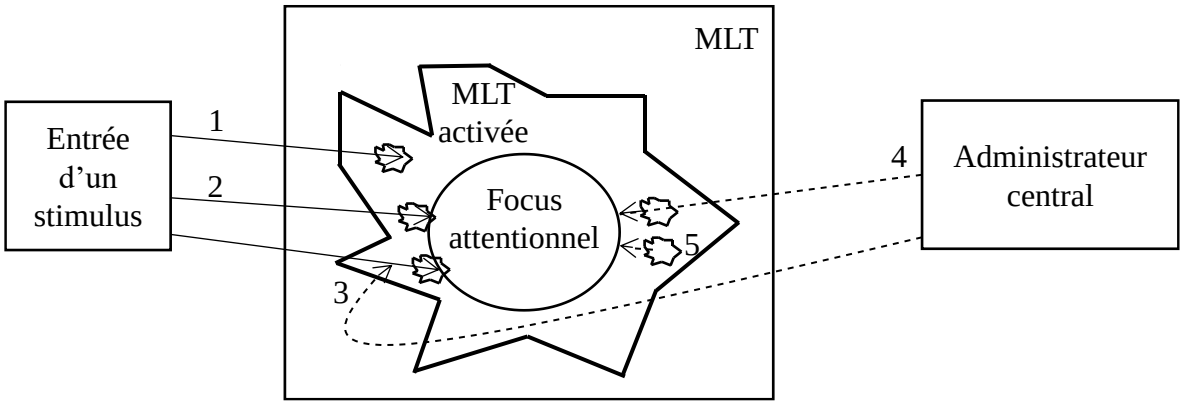
3.1.2 Autres modèles de la mémoire de travail

3.1.2.1 Modèle de Cowan

Une vision plus unitaire de la MDT est représentée par le modèle des processus intégrés de Cowan (1988, 1999, 2005, 2017) qui s'appuie fortement sur la focalisation de l'attention. Ce cadre relie la mémoire et l'attention dans une hiérarchie à trois niveaux (voir Figure 14). Selon Cowan, la MDT représente la partie de la MLT qui est activée, y compris les associations nouvellement apprises. Dans cette mémoire activée se trouve un sous-ensemble de la MDT qui est le centre d'attention. Cette conception comprend également un administrateur central.

Figure 14.

Représentation schématique du système de mémoire de Cowan et al. (2021).



Note : (1) stimulus habituel qui n'attire plus l'attention, (2) stimulus nouveau qui capture l'attention et s'insère dans le focus attentionnel, (3) stimulus intégré dans le focus attentionnel par l'administrateur central, (4) informations délibérément extraites de la mémoire à long terme, (5) association automatique issue de la mémoire à long terme activée faisant émerger une information dans le focus attentionnel.

Une des différences importantes par rapport à la conception multi-composante du modèle de Baddeley est l'accent mis sur l'utilisation de l'attention pendant le stockage lorsque la répétition verbale n'est pas possible et le refus de se limiter à un petit nombre de composants de stockage, étant donné la grande variété de stimuli que les individus rencontrent en réalité (e.g., sensations tactiles, goûts et odeurs, sons, caractéristiques sémantiques et orthographiques). En pratique, l'avènement du stockage épisodique de Baddeley (2000) a considérablement réduit les différences entre les deux types de modèles.

3.1.2.2 Modèle de Barrouillet et Camos

Un autre modèle intéressant est celui du partage temporel des ressources ou *time-based resource sharing model* (TBRS, Barrouillet et al., 2004, 2007, 2011 ; Barrouillet & Camos, 2015 ; Bayliss et al., 2015 ; Camos et al., 2009 ; Hudjetz & Oberauer, 2007 ; Liefooghe et al., 2008 ; Vergauwe et al., 2010). Selon ce modèle, il existerait deux mécanismes permettant de maintenir à court terme les informations phonologiques en MDT. Les individus peuvent faire appel à ces deux mécanismes en fonction de la difficulté des tâches (Camos et al., 2011 ; Camos & Barrouillet, 2014). Le premier mécanisme, initialement décrit par Baddeley (1986), est la répétition subvocale, peu coûteuse en ressources attentionnelles. C’est le mécanisme utilisé par défaut par les individus (Belletier et al., 2022). D'après le modèle de partage des ressources, (Barrouillet et al., 2004), ce mécanisme périphérique impliquerait une articulation subvocale qui serait spécifique au domaine phonologique. Le second mécanisme, le rafraichissement attentionnel, est indépendant de la répétition articulatoire (Camos et al., 2009, 2011) et peut lui s’appliquer à des items aussi bien verbaux que visuospatiaux (Vergauwe et al., 2009, 2010).

Ainsi, dans les tâches d'empan complexe tout comme en MDT de manière générale, les traces mnésiques doivent être maintenues avant de disparaître, lorsque l'attention est retenue par un traitement. Ce mécanisme est plus exigeant car il requiert une attention entièrement centrée sur l'information qui doit être maintenue en mémoire. Le rafraîchissement serait donc utilisé lorsque la charge cognitive est faible. Mais lorsque la charge cognitive deviendrait élevée, la répétition subvocale serait privilégiée. L'existence des deux processus a été confirmée au moyen de l'effet de similarité phonologique (Camos et al., 2013) et de l'effet de la longueur du mot (Mora & Camos, 2013). Il est intéressant de spécifier que la répétition articulatoire maintient seulement des caractéristiques phonologiques, alors que le rafraîchissement porte sur l'ensemble des modalités. Suite à cela, les informations phonologiques seront alors oubliées ou encodées en MLT (Maehler et al., 2019).

Comme nous venons de le voir, la MDT englobe la capacité d'un individu à traiter et à stocker les informations entrantes sur de courtes périodes de temps. Elle est un puissant prédicteur de l'apprentissage (Alloway, 2009 ; Maehler & Schuchardt, 2016) et explique en partie la variance des performances en lecture et en écriture chez les enfants du primaire (Berninger et al., 2010 ; Swanson & Berninger, 1996). Par conséquent, la MDT a été très étudiée chez les enfants présentant des troubles de l'apprentissage.

3.2 Déficit en mémoire de travail

Faisant partie des déficits caractéristiques des enfants dyslexiques (e.g., Martinez Perez et al., 2012), le déficit en MDT est considéré comme étant prédicteur du trouble de

l’apprentissage de la lecture (Landerl et al., 2013). Dans une récente étude, Knoop-van Campen et al. (2018) ont examiné la relation entre la MDT, la conscience phonologique et l'efficacité de la lecture de mots chez des enfants dyslexiques de niveau CM1. Pour vérifier si la relation entre la conscience phonologique et l'efficacité de la lecture des mots différait chez les enfants dyslexiques et les enfants normo-lecteurs, ils ont évalué la conscience phonologique et l'efficacité de la lecture des mots chez 50 enfants dyslexiques et 613 enfants normo-lecteurs. La conscience phonologique s'est avérée être associée à l'efficacité de la lecture des mots, de la même manière pour les enfants dyslexiques et enfants normo-lecteurs. Pour savoir si la relation entre la MDT et l'efficacité de la lecture de mots dans le groupe dyslexiques pouvait être expliquée par la conscience phonologique, les enfants dyslexiques ont également été testés sur la MDT. Les résultats d'une analyse de médiation ont montré un effet indirect significatif de la MDT sur l'efficacité de la lecture des mots via la conscience phonologique. La MDT prédit donc l'efficacité de la lecture, via sa relation avec la conscience phonologique chez les enfants dyslexiques. Elle est donc nécessaire à l'efficacité de la lecture des mots via son impact sur la conscience phonologique et cette dernière continue d'être importante pour l'efficacité de la lecture des mots chez les enfants plus âgés atteints de dyslexie (Knoop-van Campen et al. 2018).

Plus spécifiquement, la mémoire à court terme verbale serait déficitaire chez les dyslexiques (Majerus & Cowan, 2016) et empêcherait le stockage et la récupération des informations phonologiques en lecture (Ramus & Szenkovits, 2008). La mémoire à court terme verbale, mesurée par l'empan de chiffres ou la répétition de pseudo-mots, est typiquement

réduite chez les enfants dyslexiques, et cette réduction est encore présente chez les adultes ayant des antécédents de dyslexie (Avons & Hanna, 1995 ; Brady et al., 1983 ; Snowling et al., 1996). Ce déficit peut représenter un facteur contribuant à la dyslexie, en réduisant la quantité d'informations phonologiques et graphémiques qui peuvent être co-activées au cours du processus de lecture à un moment donné, et ce particulièrement au cours du processus de lecture par recodage, lorsque les correspondances graphème-phonème ne sont pas encore automatisées (Gathercole & Baddeley, 1993 ; Majerus et al., 2016 ; Martinez Perez et al., 2012).

Un second déficit impliquant la mémoire à court terme d'ordre sériel (i.e., impliquant l'ordre dans lequel les items ont été présentés) a été mis en évidence (Majerus & Cowan, 2016). En effet, ce déficit, indépendant de la mémoire à court terme phonologique a été souligné dans différentes études (e.g., Cowan et al., 2017 ; Martinez Perez et al., 2012 ; Thomson et al., 2005). La mémoire à court terme d'ordre sériel est essentielle aux processus de conversion lettre-son lors l'acquisition de la lecture et aide à l'appariement des positions sérielles des lettres dans un cluster de lettres avec celles des formes de mots visuels stockées dans la MLT lors de la lecture (Davis, 2010 ; Martinez Perez et al., 2012). Si la mémoire à court terme d'ordre sériel est impliquée de manière causale dans la dyslexie, alors les individus dyslexiques devraient présenter des difficultés spécifiques dans ces étapes de décodage des mots. Ils auraient en effet du mal à créer de nouvelles représentations lexicales phonologiques et orthographiques, car l'ordre sériel des graphèmes et phonèmes n'est pas correctement encodé. Les personnes dyslexiques ne pourraient pas automatiser les processus de lecture et auraient encore plus

besoin de leur MDT (qui, pour rappel, est déficitaire) afin de réaliser des tâches que les normo-lecteurs ont facilement automatisées.

Généralement mesurés à l'aide de stimuli verbaux, les déficits de la mémoire de travail ont souvent été considérés comme un aspect de la difficulté phonologique qui sous-tendrait la dyslexie. Au fil des années, il a été démontré qu'un large éventail de capacités de discrimination auditive était également légèrement altéré. Il existe des preuves qu'un domaine général, plutôt que des déficits spécifiques à la phonologie, dans la capacité d'utiliser implicitement des informations contextuelles, appelée *ancrage*, peut expliquer les deux types de déficits. La capacité d'ancrage, qui reflète un mécanisme biologique de base permettant de remplacer les mécanismes laborieux de la mémoire de travail par des mécanismes automatiques de la mémoire implicite, et par conséquent d'augmenter les performances dans les tâches perceptives et cognitives, est un facteur crucial dans notre capacité à être des utilisateurs experts du langage oral et écrit. Ahissar et ses collègues (Ahissar, 2007; Banai & Ahissar, 2010) ont proposé que cet aspect de l'apprentissage rapide, cet ancrage, soit altéré dans la dyslexie. Ils ont testé la détection des régularités sonores dans une fenêtre de plusieurs secondes à plusieurs minutes, i.e., plus longue que la fenêtre de 2-3 secondes de la mémoire de travail chez des individus dyslexiques. Leurs résultats ont indiqué que les performances des dyslexiques ne sont limitées ni par la dimension du stimulus (e.g., la fréquence du son) ni par sa complexité, mais plutôt par l'efficacité de l'ancrage à des stimuli récemment présentés. Cet ancrage, mécanisme automatique et implicite, sert à améliorer la détection et la discrimination de stimuli dont la

catégorie est similaire à celle récemment présentée. Son fonctionnement adéquat améliore les performances dans de nombreuses tâches mais serait donc altéré chez les individus dyslexiques.

Les performances en MDT (et donc en lecture) seraient par ailleurs soumises à des contraintes supplémentaires. Particulièrement dans le contexte scolaire, une certaine pression socio-évaluative entrave généralement les compétences des enfants (Schmader et al., 2008).

3.3 Pression socio-évaluative et performances

De nombreuses études ont montré qu'une certaine pression créée par les contextes d'évaluation pouvaient provoquer une baisse des performances des individus. Ce phénomène peut être observé sur différents types de tâches cognitives, comme des tâches en mathématiques (e.g., Beilock et al., 2007 ; Beilock & Carr, 2005 ; Rydell et al., 2010 ; Spencer et al., 1999), les tâches exécutives (DeCaro et al., 2011), verbales (e.g., Steele & Aronson, 1995), de mémoire (e.g., Berjot et al., 2014 ; Hess et al., 2003 ; Mazerolle et al., 2015, 2021), d'intelligence analytique (e.g., Croizet et al., 2004) ou de rotation mentale (e.g., Wraga et al., 2006). Les effets de la pression socio-évaluative ont par exemple été mis en évidence à travers deux phénomènes que nous allons détailler : la menace du stéréotype et le *choking under pressure* (contre-performance sous la pression).

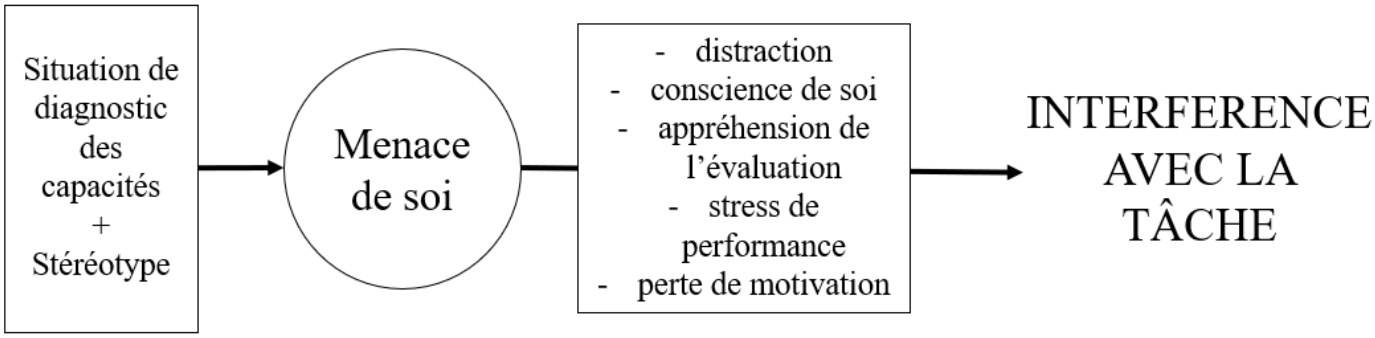
3.3.1 La menace du stéréotype

La menace du stéréotype est définie comme « le risque de confirmer, en tant que caractéristique personnelle, un stéréotype négatif concernant son groupe » (Steele & Aronson, 1995, p. 797) et se manifeste dans des situations spécifiques où un individu risque de confirmer

le stéréotype négatif associé à son appartenance à un groupe. Un déséquilibre cognitif se produit lorsque le sentiment positif que les personnes ont d'eux-mêmes n'est pas compatible avec l'attente d'un groupe social auquel elles s'identifient et que ce groupe échoue dans un certain domaine de performances (Schmader et al., 2008).

Figure 15.

Modèle de la menace de stéréotype (Steele, 1997), tiré de Croizet et al. (2001)



L'inquiétude ressentie en situation de menace du stéréotype provoque l'apparition de pensées intrusives négatives (Johns et al., 2008 ; Schmader et al., 2008 ; Spencer et al., 2016) telles que des doutes (e.g., Stangor et al., 1998) et des inquiétudes quant à leur réussite (e.g., Beilock et al., 2007). Ces pensées intrusives vont consommer une majeure partie des ressources attentionnelles en MDT. Ainsi, l'anxiété va mettre l'individu en situation de double tâche (Baddeley, 1986) : les inquiétudes liées à la situation entraîneraient une surcharge de la MDT ce qui ne laisserait plus suffisamment de ressources disponibles pour effectuer efficacement la tâche en cours (DeCaro et al., 2011). Lorsque la menace est activée, la MDT, indispensable

pour la réalisation des tâches complexes, se retrouve encombrée. Les personnes menacées subissent alors une baisse de leurs capacités à traiter et filtrer les informations pour réaliser la tâche demandée (Steele., 1997 dans DeCaro et al., 2011, voir Figure 15). En temps normal, c'est à la MDT de filtrer ces informations, mais les capacités de celle-ci se voient parasitées par la menace du stéréotype lorsque des pensées négatives vont venir la surcharger. Par conséquent, quand le stéréotype est pertinent avec la tâche à réaliser, les individus ne se sentent plus capables de la réussir, pensent qu'ils vont échouer et donc voir leurs performances diminuer (Ashcraft & Kirk, 2001).

Ce phénomène a des conséquences d'autant plus néfastes sur les tâches verbales car les ruminations et pensées négatives créées par la crainte de confirmer un stéréotype sont langagières (e.g., Beilock et al., 2007). En effet, la menace du stéréotype induit des pensées et des inquiétudes liées à la tâche (e.g., Cadinu et al., 2005) qui ciblent les aspects phonologiques de la MDT. En utilisant le modèle multi-composant de Baddeley (1986) comme référence, on pourrait décomposer la MDT verbale en une mémoire phonologique capable de contenir des informations langagières et un processus de contrôle articulatoire basé sur des mécanismes de la parole interne. Il a été suggéré que le maintien temporaire des étapes intermédiaires, ainsi que la mise à jour en ligne de ces informations, peuvent être particulièrement dépendants de ces ressources phonologiques (DeStefano & LeFevre, 2004). Ainsi, les problèmes à forte demande attentionnelle qui incitent à maintenir les étapes intermédiaires d'une opération sous forme de codes phonologiques et qui nécessitent la mise à jour de ces informations via des processus de contrôle articulatoire, peuvent être particulièrement sensibles aux inquiétudes

liées à la menace du stéréotype, expliquant l'impact négatif sur les performances (e.g., Beilock et al., 2007).

Il existe différents stéréotypes en fonction du groupe d'appartenance auquel s'identifie l'individu, comme le genre (e.g., Chan & Rosenthal, 2014 ; Neuville & Croizet, 2007), l'ethnie (e.g., Ambady et al., 2001), le fait d'être atteint d'une pathologie (e.g., Henry et al., 2010), mais aussi d'un trouble des apprentissages (e.g., Berjot et al., 2014 ; Lisle & Wade, 2013). Ces stéréotypes peuvent être soit négatifs et provoquer une chute des performances, mais s'ils sont positifs, ces derniers n'ont aucun impact sur le fonctionnement de la MDT (Rydell et al., 2009). Cette conscience du stéréotype selon le groupe auquel un individu appartient émerge très tôt : une étude d'Ambady et al. (2001) ont montré, entre autres, que l'activation subtile du stéréotype maths-genre nuisait aux performances des filles en mathématiques, et ce dès la moyenne section de maternelle.

3.3.2 *Choking under pressure*, ou l'effondrement sous la pression

Le phénomène de *choking under pressure* est un autre type de pression socio-évaluative. Lors de situations à enjeux élevés (e.g., examen important, évaluation lors d'un bilan orthophonique), le désir de performer le mieux possible crée une pression sur la performance de l'individu en situation d'évaluation. On dit d'un individu qu'il « s'effondre sous la pression » lorsque ses performances sont inférieures à celles attendues compte tenu de ses capacités et de ses performances passées, dans des situations où la pression ressentie par l'individu est élevée (Baumeister, 1984). En effet, « l'effondrement sous la pression » n'est pas simplement une mauvaise performance. Il s'agit plutôt d'une performance plus faible que

prévue, compte tenu du niveau de compétence de l'individu, dans des situations où la pression de performance est maximale. Le choking under pressure a été mis en évidence chez des adultes (e.g., Beilock et al., 2007 ; Beilock & Carr, 2005 ; DeCaro et al., 2011), ainsi que chez des enfants (Ambady et al., 2001; Berjot et al., 2014).

La pression évaluative peut être liée au fait d'être observé par d'autres personnes, par *monitoring pressure*. Cette notion est soutenue par des travaux montrant que la présence de l'expérimentateur dans la salle (Belletier et al., 2015 ; Belletier & Camos, 2018 ; Wühr & Huestegge, 2010), d'un observateur (e.g., Eastvold et al., 2012) ou d'une caméra vidéo (Beilock et al., 2005 ; 2007 ; DeCaro et al., 2011) augmente la conscience de soi et engendre une évaluation sociale. De plus, une pression peut être obtenue selon les consignes données ou selon la manière dont l'expérimentateur communique avec l'individu, engendrant une pression de performance appelée *outcome pressure* (Berjot et al., 2014). Ce phénomène implique des pensées intrusives liées à l'anxiété, provoquant une baisse du contrôle exécutif de l'attention (Beilock & Carr, 2005 ; Beilock & DeCaro, 2007). Par conséquent, si on rappelle dans les consignes que les résultats serviront à évaluer un niveau cognitif voire définir la présence d'un trouble, celles-ci vont provoquer un stress de performance chez l'individu (Nemeth et al., 2013).

L'effondrement sous pression peut aussi apparaitre lors d'un contexte d'évaluation et entrainer une baisse des performances. Il est important de préciser que les tâches automatisées ne sont pas impactées par la pression socio-évaluative (e.g., Mazerolle et al., 2012), puisqu'en contexte de pression, les individus vont avoir recours à des mécanismes automatises très peu couteux en MDT et en ressources attentionnelles. Par conséquent, une chute des performances ne s'observera que pour des tâches difficiles et coûteuses, due à un retour à des traitements

cognitifs plus simples et par l'utilisation de réponses automatiques (e.g., Schmader et al., 2008 ; Beilock et al., 2007). Or, une théorie générale liée à la dyslexie est qu'elle découle d'un défaut d'automatisation des habiletés cognitives (i.e., un déficit cérébelleux, Nicolson & Fawcett, 2007 ; Nicolson, Fawcett, & Dean, 2001). Selon cette théorie, les personnes atteintes de dyslexie ne parviennent pas à devenir des exécutants compétents de tâches qui sont généralement effectuées sans effort, automatiquement ou implicitement, qu'elles nécessitent l'utilisation spécifique de matériel verbal lié à la lecture, comme la dénomination rapide de lettres, de chiffres et d'objets (Wolf & Bowers, 1999), ou qu'elles soient de nature plus générale, comme l'équilibrage et les jugements temporels (Nicolson, Fawcett, & Dean, 1995) ou l'apprentissage d'habiletés motrices. Ce déficit d'automatisation des tâches les rend d'autant plus vulnérables à la pression évaluative : en plus des stéréotypes à l'encontre des dyslexiques, leurs capacités fragiles en MDT phonologique et en automatisations les prédisposent à davantage s'effondrer lors d'un contexte évaluatif (Briscoe & Rankin, 2009).

Suite aux nombreux exemples que nous venons de citer, nous savons que les personnes souffrant de dyslexie développementale sont victimes de stéréotypes négatifs et de leurs conséquences. En effet, une étude de Lisle et Wade (2014) a montré qu'indépendamment du genre, les participants percevaient les individus ayant un trouble des apprentissages comme ayant moins de succès dans la vie future, étant moins attirantes et moins stables émotionnellement. Par conséquent, la dyslexie peut profondément affecter l'estime de soi (Riddick et al., 1999 ; Singer, 2008) et donc l'espérance de vie (Skinner, 2013). De plus, l'impact peut être accru par un manque de diagnostic et de soutien. Les personnes dyslexiques ont une faible estime de soi et tentent de protéger ou de restaurer leur estime de soi vulnérable

de différentes façons, principalement en travaillant dur, en ripostant ou en expliquant leurs difficultés (e.g., Alesi et al., 2012). Ces réactions sont plus intenses si la personne souffre d'une dyslexie non diagnostiquée (e.g., Edwards, 1994), ce qui entraîne des sentiments de frustration, de honte et de solitude (McNulty, 2003). Les élèves dyslexiques sont plus renfermés, plus anxieux et plus déprimés que leurs camarades normo-lecteurs (Dahle et al., 2011).

Concernant le soutien à l'école, certains enseignants sont encourageants, mais malheureusement, d'autres ne le sont pas (e.g., Glazzard, 2010). Les enseignants qui ne les soutiennent pas donnent aux élèves dyslexiques du travail supplémentaire pendant les récréations, car ils sont perçus comme ayant de moins bonnes compétences intellectuelles ou peu consciencieuses, ce qui fait que les enfants ont moins de temps de pause. Ces perceptions négatives des enseignants entraînent une notation moins favorable des enfants dyslexiques (Denhart, 2008 ; McNulty, 2003), et cela peut les mener à se sentir d'autant plus isolés et exclus. Certains enseignants manquent d'empathie et de patience (e.g., Glazzard & Dale, 2013), et certains d'entre eux n'acceptent toujours pas que la dyslexie est un trouble (e.g., Riddick, 1996 ; Undheim, 2003). Toujours dans le contexte scolaire, les dyslexiques ont une anxiété plus élevée et une estime de soi plus faible que leurs camarades normo-lecteurs, surtout dans le domaine spécifique de l'écrit, ce qui engendre une baisse de motivation (e.g., Novita, 2016 ; Roitsch & Watson, 2019). Ces perceptions négatives d'autrui vont avoir des conséquences sur le quotidien des personnes dyslexiques. Ils se sentent moins intelligents que leurs camarades (Lock & Layton, 2001). Certains mettent alors en place des stratégies d'adaptations parfois dangereuses pour leur santé comme travailler jusqu'à l'épuisement pour essayer de compenser leurs difficultés (Rao, 2004). Par conséquent, les enfants dyslexiques sont donc

particulièrement susceptibles de souffrir d'une pression évaluative dans le contexte scolaire. Il nous a donc semblé important d'étudier plus spécifiquement l'impact de cette pression sur les performances des enfants souffrant de dyslexie, puisque notre but final est de mieux comprendre la nature de leurs difficultés en lecture, et d'améliorer la prévention, la remédiation ainsi que la prise en charge de ces enfants.

Introduction à la partie expérimentale

Objectifs et Hypothèses

L'objectif principal de cette thèse vise à caractériser les difficultés en lecture des enfants dyslexiques développementaux de langue maternelle française. Pour savoir si les difficultés en lecture des enfants dyslexiques résultent uniquement de représentations phonologiques dégradées ou d'un accès perturbé à ces représentations, que le contexte d'évaluation pourrait amplifier ou moduler, nous avons envisagé deux opérations de recherche complémentaires : 1) explorer l'hypothèse prédominante de représentations phonologiques imparfaites, voire dégradées par l'évaluation de la sensibilité des enfants dyslexiques aux propriétés phonologiques universelles ; 2) relativiser cette hypothèse en identifiant le poids des contraintes liées au contexte d'évaluation sur les difficultés d'accès aux représentations phonologiques.

La question centrale est de savoir si les difficultés en lecture des enfants dyslexiques résultent de représentations phonologiques dégradées ou d'un déficit d'accès à ces représentations, une difficulté que la pression socio-évaluative pourrait amplifier.

Notre hypothèse générale est celle d'une sensibilité préservée aux propriétés phonologiques universelles – et donc de représentations phonologiques relativement fonctionnelles –, mais dont l'accès est problématique notamment en raison de la charge évaluative déjà évoquée, que l'on sait par ailleurs susceptible d'affaiblir transitoirement les capacités cognitives.

Méthodologie

Dans un premier temps, nous souhaitons déterminer le statut des propriétés phonologiques universelles vis-à-vis des propriétés statistiques et structurales spécifiques au français pendant l'apprentissage normal de la lecture et de l'écriture. Nous allons étudier le rôle des propriétés phonologiques universelles basées sur le marquage de sonorité ce qui nous permettra, éventuellement, de décrire un panorama développemental de cette sensibilité, voire même d'en établir une hiérarchie d'importance vis-à-vis des propriétés linguistiques spécifiques au français. Pour cela, nous étudierons deux populations (enfants diagnostiqués avec une dyslexie mixte à dominante phonologique et enfants normo-lecteurs appariés en fonction de leur âge chronologique et de leur niveau de lecture) en utilisant deux tâches informatisées : le Word-Spotting et la tâche de localisation syllabique. La précision et les temps de réponse ont été automatiquement enregistrés. Les stimuli visuels ont été standardisés et normés en prenant en compte différentes propriétés statistiques et structurales spécifiques du français via des bases de données afin de les confronter précisément aux propriétés phonologiques universelles, notamment celles basées sur le marquage de sonorité.

Dans un second temps, nous souhaitons dépasser le cadre « habituel » de l'étude des troubles en lecture des enfants dyslexiques en élargissant nos observations aux éléments socio-contextuels qui accompagnent l'évaluation des déficits phonologiques. Pour cela, les performances déficitaires d'enfants dyslexiques n'ont pas strictement été envisagées en termes de représentations phonologiques dégradées, mais plutôt de déficit d'accès (mémorisation, récupération et utilisation des représentations phonologiques, accès lexical etc.), qui

s'aggraverait sous le poids potentiellement menaçant pour l'image de soi qu'induit une situation d'évaluation (en milieu hospitalier ou scolaire). Plus globalement, cette approche intégrative cherchera à mettre en exergue les effets du contexte évaluatif sur la gestion des ressources cognitives pendant la lecture. L'intégration des approches issues de la psychologie sociale et de la psychologie cognitive offre pour cela une nouvelle perspective d'analyse des mécanismes à l'origine des déficits en lecture chez les enfants dyslexiques. Les protocoles expérimentaux impliqueront l'administration des tâches expérimentales aux deux populations d'enfants concernées dans des conditions de passation rendues explicitement évaluatives ou non-évaluatives (i.e., ludiques). Nous avons utilisé des tâches de détection syllabique avec différentes modalités. Le caractère évaluatif du contexte de passation des tâches sera principalement manipulé via la consigne donnée à l'enfant : les tâches seront présentées comme des outils permettant soit de repérer la présence de troubles spécifiques de la dyslexie (évaluation standard centrée sur l'enfant testé, condition évaluative) soit d'estimer simplement la pertinence d'un nouveau test (évaluation centrée non plus sur l'enfant testé mais sur le test lui-même, condition ludique). Chaque enfant sera exposé au maximum à deux tâches parmi les quatre paradigmes expérimentaux présentés.

Résultats attendus

Le premier axe devrait d'abord mettre en évidence une sensibilité aux propriétés phonologiques universelles et déterminer leur rôle lors de la récupération des représentations phonologiques en lecture. Les lecteurs dyslexiques devraient être sensibles à différents PS (e.g., ils préfèreraient segmenter en cas de chute de la sonorité en bordure syllabique), et parviendraient à dériver et exploiter cette propriété par écrit. Nous espérons que les études menées dans cette thèse nous permettront de savoir si les enfants dyslexiques transmettent leurs compétences phonologiques universelles au traitement de leur propre langue écrite ou non. Les personnes dyslexiques ont des difficultés de segmentation syllabique : ainsi, nos tâches seront basées sur ce processus, en utilisant des pseudo-mots et des associations jamais vues auparavant. De cette façon, les enfants ne pourront pas compter sur leurs connaissances statistiques et orthographiques et, par conséquent, les résultats nous diront si certains PS seront traités plus efficacement que d'autres. S'ils ont gardé cette sensibilité à la sonorité dans leur stratégie de segmentation, nous observerons un gradient dans leurs réponses. Si leur sensibilité est très élevée, les temps de réponse en faveur de la chute des PS devraient être améliorés

Le second axe devrait ensuite souligner l'hyper-sensibilité des enfants dyslexiques aux contraintes évaluatives liés à l'estimation des troubles et rendre compte du degré de perturbation engendré sur les mécanismes de lecture. Concrètement, nous nous attendons à ce que les enfants dyslexiques soient capables de réaliser un traitement syllabique dans un contexte ludique, mais soient significativement plus lents à répondre que les enfants normo-lecteurs. Nous pensons que les performances des enfants dyslexiques seront modulées par un

effet de fréquence syllabique. En contexte évaluatif, les performances des enfants dyslexiques devraient chuter. Ils devraient avoir recours à un traitement phonémique alors que les résultats des normo-lecteurs ne seront pas ou alors très peu impactées. La surcharge de la boucle phonologique devrait entrainer une chute des performances chez les enfants dyslexiques mais pas chez les normo-lecteurs. Pour finir, nous nous attendons à ce que les performances les plus faibles soient obtenues en contexte d'évaluation, avec suppression de la répétition subvocale pour tous les participants.

Seconde Partie :

Chapitres Expérimentaux

Partie Expérimentale #1 :

Grammaire Phonologique et Sonorité

Chapitre 1:

Tâche du Word-Spotting

La tâche du Word-Spotting a été utilisée initialement en perception auditive (Cutler & Norris, 1988 ; McQueen, 1996) ainsi qu'en perception visuelle chez l'adulte (Taft & Álvarez, 2014) et chez l'enfant (Álvarez et al., 2017). Les intérêts de la tâche de Word-Spotting sont multiples. Le premier intérêt réside dans le fait que la réussite à la tâche de reconnaissance du mot écrit prouve que la voie lexicale est utilisée pour accéder au lexique mental. Le deuxième avantage est que cette tâche nécessite l'utilisation du processus sublexical afin de couper le non-mot de façon à isoler le mot connu. Enfin, le troisième intérêt est que les non-mots soient présentés sans indice de découpage ce qui permet de savoir le type de traitement que l'enfant utilise (grapho-syllabique vs. grapho-phonémique). La réussite de cette tâche reflète donc l'utilisation simultanée de la voie lexicale et pré-lexicale. Nous avons en plus utilisé cette tâche dans un second temps afin d'analyser la sensibilité des participants à différents profils de sonorité.

1.1 Méthode

1.1.1. Participants

Cent-onze enfants de langue maternelle française ont participé à cette étude. Nous avons recruté 37 enfants dyslexiques (DYS, dorénavant) dans des cabinets d'orthophonie sur la base d'un

diagnostic complet de dyslexie développementale effectué au cours des 24 derniers mois. Ils ne présentaient aucun trouble neurologique, sensoriel ou psychologique, ni de trouble de déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H) comorbide. Les enfants DYS avaient bénéficié d'interventions hebdomadaires basées sur la lecture et la conscience phonologique depuis moins de 24 mois. Les normo-lecteurs ont été recrutés dans XXX écoles primaires urbaines du Puy-de Dôme. Tous les enfants étaient issus d'une classe socio-économique moyenne supérieure. Trente-sept enfants normo-lecteurs d'âge chronologique similaires (NLAC) et 37 enfants normo-lecteurs au niveau de lecture adéquats (NLAL) ont été appariés aux DYS. Afin de déterminer un niveau de lecture à jour, tous les enfants ont été soumis à un test de lecture de mots de 20 minutes, le TIMÉ 2 (Écalle, 2003) ou le TIMÉ 3 (Écalle, 2006), en fonction de leur âge. Les enfants NLAC et NLAL n'avaient pas de niveaux de lecture qui différaient de plus de 9 mois de leur âge chronologique. Des tests t de Student par paires ont été effectués sur les âges chronologiques et les niveaux de lecture pour comparer les DYS avec les NLAC et NLAL. Les profils et les données descriptives sont présentés dans le Tableau 1. Aucun enfant ne pouvait participer sans que leurs parents / tuteurs aient complété et signé un formulaire de non-opposition détaillé. Cette étude a été approuvée par le Comité d’Ethique de la Recherche IRB-UCA.

Tableau 1.

Récapitulatif profils des enfants atteints de dyslexie développementale (DYS), des enfants au développement typique appariés à l'âge chronologique (NLAC) et des enfants au développement typique appariés au niveau de lecture (NLAL), en fonction des conditions.

	Groupe	***N* (G/F)**	**Age chronologique**	**Age lexique**	**Différence**
Compatibilité	DYS	*20* (12/8)	122 (2,6)	94 (3,6)	-28 (2,4)
	NLAC	*20* (14/6)	122 (2,5)	125 (5,6)	3 (5,2)
	NLAL	*20* (10/10)	93 (4)	94 (3,7)	1 (2,9)
Sonorité	DYS	*17*			
	NLAC	*17*			
	NLAL	*17*			

Notes. Les valeurs sont exprimées en mois ; entre parenthèses, les écart-types

1.1.1 TIMÉ 2 et TIMÉ 3

Comme mentionné, un test de lecture de mots d'une vingtaine de minutes, standardisé en français et basé sur l'âge, a donc été utilisé. Le TIMÉ 2 (Écalle, 2003) est conçu pour les enfants âgés de 72 à 96 mois, tandis que le TIMÉ 3 (Écalle, 2006) est conçu pour les enfants âgés de 97 à 192 mois (voir Annexes A, B et C pour exemplaires et consignes). Le TIMÉ 2 et le TIMÉ 3 évaluent tous deux le niveau et la précision des connaissances orthographiques et phonologiques. Le score total obtenu est associé à un âge lexique (en mois).

D'une part, les tests TIMÉ 2 et TIMÉ 3 ont été utilisés pour s'assurer que les enfants ne présentaient pas de troubles de la lecture et avaient des profils adéquats selon l'âge de lecture. Les tests TIMÉ 2 et TIMÉ 3 présentent des corrélations correctes avec le test de lecture classique français Alouette (respectivement 0,64 et 0,74 ; Lefavrais, 1967). Nous les avons

utilisées pour : 1/ nous assurer que les NLAC et NLAL ne présentaient pas de troubles de la lecture et avaient des profils adéquats basés sur l'âge de lecture ; 2/ inclure les NLAC et NLAL dont les performances étaient celles de « lecteurs normaux à bons » ; 3/ apparier les NLAL avec les DYS. Il a été confirmé que les DYS présentaient un retard d'au moins 18 mois dans leur développement de la lecture (*M* en mois = 17,3 ; *ET* = 3,47). Aucune analyse n'a été effectuée sur les réponses.

1.1.2 Matériel

Nous avons adapté le matériel en utilisant des bases de données pour trouver les fréquences syllabiques (phonologiques), orthographiques (bigrammes qui précèdent, chevauchent et suivent la frontière syllabique attendue) et lexicales adaptées (i.e., Manulex-infra, Peereman et al., 2007 et Manulex, Lété et al., 2004). Afin de créer deux types de pseudo-mots expérimentaux, tous de même longueur (i.e., cinq lettres), deux lettres ont été ajoutées à la fin de chaque mot (voir Tableau 2). Dans l'une des conditions, la condition compatible, le premier groupe de lettres ajouté était une consonne + une voyelle (e.g., la syllabe TI ajoutée au mot français SAC donnant SACTI), la fin du mot coïncidant donc avec la coupure syllabique. Dans la condition incompatible, le premier groupe de lettres ajouté était une voyelle + une consonne (e.g., UD était ajoutée à SAC donnant SACUD). Dans ce cas-là, le mot-cible chevauche la frontière syllabique, sa consonne finale formant l'attaque de la seconde syllabe. La fréquence lexicale a été manipulée (i.e., mots à haute fréquence ; *M* = 347, *ET* = 1,006 ; mots à basse fréquence, *M* = 2, *ET* = 2).

Tableau 2.

Liste des items utilisés dans le cadre du matériel du Word-spotting, catégorisés en fonction de la condition, de la fréquence lexicale et fréquence phonologique des syllabes.

Condition Compatible				**Condition Incompatible**			
Mots fréquents		**Mots peu fréquents**		**Mots fréquents**		**Mots peu fréquents**	
Syllabes fréquentes	Syllabes peu fréquentes	Syllabes fréquentes	Syllabes peu fréquentes	Syllabes fréquentes	Syllabes peu fréquentes	Syllabes fréquentes	Syllabes peu fréquentes
Murna	Gelvo	Barfi	Zipmo	Murol	Gelob	Bariv	Zipob
Tirma	Purfa	Sirgo	Kirpo	Tiruv	Purol	Sirèv	Ticob
Belgo	Picta	Forgu	Tictu	Beliv	Picuj	Forug	Tifub
Ferlu	Bectu	Docmè	Tifga	Ferob	Becup	Docap	Nulig
Balgu	Bactè	Calfi	Nulpo	Balèb	Bacuf	Calèg	Cilab
Filca	Capto	Vilma	Cilca	Filav	Capuk	Vilab	Gaguj
Mervo	Bolma	Terpu	Gagtu	Meroj	Bolèm	Terov	Pubol
Carfi	Vifga	Corlu	Pubjo	Carib	Vifèj	Coruj	Pifag
Verco	Toctè	Derlo	Pifmè	Veroj	Tocug	Derog	Rabuf
Telvo	Toptu		Rabju	Teluj	Topèv		Valèd
Durni	Secto		Raptu	Duril	Secuf		Rocav
Sacti	Lacti		Valbi	Sacub	Lacub		Bicav
Surpi			Rocmè	Suril			Bipuv
Volmu			Bicta	Volèb			Mecob
Selti			Bipmo	Selor			Bobav
Solga			Mecto	Solèj			Nefuk
Maldo			Bobja	Malèv			Ducoj
Colpu			Befga	Colèd			Sucoj
Parbo			Ducmè	Parug			
			Sucmè				

Tous les mots étaient des syllabes C_1VC_2 avec des correspondances orthographiques et phonologiques régulières et étaient des syllabes C_1VC_2 initiales possibles dans des mots polysyllabiques (e.g., « sac » peut être trouvé dans « sacrifice », etc.). La fréquence

phonologique en position initiale a aussi été manipulée (i.e., syllabes à haute fréquence ; *M* = 944, *ET* = 1 510 ; syllabes à basse fréquence, *M* = 21, *ET* = 25). Parmi les 60 mots sélectionnés, 31 étaient fréquents (L+), 29 peu fréquents (L-) ; 28 étaient fréquents phonologiquement (P+), 32 étaient peu fréquents phonologiquement (P-); la répartition des items dans le croisement entre fréquence lexicale et fréquence phonologique n'était pas équivalente (19L+P+, 12L+P-, 20L-P- et 9L-P+) ; la fréquence des bigrammes qui précèdent, chevauchent ou suivent la frontière syllabique attendue avait été contrôlée (dans SACTI, AC, CT et TI, respectivement) de sorte de supprimer tout trou bigrammique (e.g., Seidenberg, 1987) indiçant pour une segmentation syllabique prévisible dans les deux conditions (e.g., dans SACTI où la frontière syllabique attendue était entre SAC et TI, CT était donc plus fréquent que TI tandis que dans TOCUG où la frontière syllabique attendue était entre TO et CUG, OC était donc plus fréquent que CU ; les propriétés statistiques sont résumées dans le Tableau 3). Tous les clusters C_2C_3 intervocaliques ont été considérés comme non attestés à la fois en position initiale de mot et en tant que structures initiales de syllabe en français (e.g., Dell, 1995)[7].

Chaque passation débutait par une phase d'entraînement qui comportait 12 stimuli (6 pseudo-mots ; e.g., DUGOB + 6 pseudo-mots débutant par un mot ; e.g., SOCAG) avant de débuter la phase expérimentale composée de 6 listes, chacune comportant 28 stimuli dont 20 pseudo-mots débutant par un mot et 8 pseudo-mots. Parmi les 20 pseudo-mots, 10 étaient en condition compatible et 10 étaient en condition incompatible (*N* = 120). Entre chaque liste

[7] Dell (1995) a suggéré que les clusters intervocaliques en français qui sont phonotactiquement illégaux (i.e., non attestés) dans la segmentation de la position initiale des mots chevauchent les clusters intervocaliques (e.g., /sɔʁ. bɛ/ sorbet ; le point représente la limite de la syllabe).

expérimentale, une pause dont la durée était « au choix » de l'enfant était insérée. Après chaque pause, 2 stimuli de réadaptation, sélectionnés aléatoirement dans une liste prédéfinie, débutaient chaque liste expérimentale afin de ne pas biaiser les réponses (*N* = 12). Les facteurs (Condition, Fréquence lexicale et Fréquence phonologique) étaient répartis pseudo-aléatoirement dans chaque liste expérimentale, mais au sein de chaque liste expérimentale, les mots étaient sélectionnés et présentés aléatoirement. La tâche, créée avec E-Prime® 3 Professional (Schneider et al., 2019) était présentée sur ordinateur portable fonctionnant sous Windows® 10 et durait entre 10 et 15 min.

Tableau 3.

Récapitulatif des fréquences utilisées pour le matériel de la tâche du Word-Spotting.

	Fréquence	*Moyenne*
Fréquence lexicale	Haute	347 (1,006)
	Basse	2 (2)
Fréquence phonologique	Haute	944 (1,510)
	Basse	21 (25)
Condition compatible	3e bigramme (e.g., 'ct' dans 'sacti")	1,572 (839)
	4e bigramme (e.g., 'ti' dans 'sacti')	117 (12)
Condition incompatible	2e bigramme (e.g., 'ac' dans 'sacud')	2,693 (1,790)
	3e bigramme (e.g., 'cu' dans 'sacud')	271 (188)

Notes. Les valeurs sont les valeurs moyennes par million d'occurrences (écart-types entre parenthèses)

Dans un second temps, la même tâche a été utilisée, mais le matériel (identique à précédemment) a été catégorisé différemment. Nous avons sélectionné des items de manière à créer 3 catégories de profils de sonorité différents (Chute, Plateau et Hausse, voir Tableau 4).

Tableau 4.

Listes des items utilisés dans la seconde partie de la tâche du Word Spotting, catégorisés en fonction de leur PS.

Chute (-7 à -2)		Plateau (0 à -1)	Hausse (1 à 7)
BALGU	SURPI	BACTÈ	BIPMO
BARFI	TELVO	BECTU	BOBJA
BELGO	TERPU	BICTA	DOCMÈ
CALFI	TIRMA	BOLMA	DUCMÈ
CARFI	VALBI	CAPTO	NEFGA
CILCA	VERCO	CORLU	PIFMÈ
COLPI	MURNA	DERLO	PUBJO
DURNI	NULPO	FERLU	RABJU
FILCA	PARBO	LACTI	ROCMÈ
FORGU	PURFA	MECTO	SUCMÈ
GAGTU	SELTI	PICTA	TIFGA
GELVO	SIRGO	RAPTU	VIFGA
KIRPO	SOLGA	SACTI	ZIPMO
MALDO	MERVO	SECTO	
		TICTU	
		TOCTÈ	
		TOPTU	
		VILMA	
		VOLMU	

1.1.3 Dispositif expérimental et Procédure

Chaque enfant passait la tâche une seule fois. Après les consignes écrites et orales, chaque enfant réalisait d'abord la phase d'entraînement pour s'habituer aux touches de réponse. Durant cette phase, les participants étaient informés sur leur performance (i.e., « Bravo ! », «

Dommage ! » ou « Tu as oublié de répondre ! »). Sur un fond d'écran blanc, un point de fixation (+) s'affichait 500 ms au centre de l'écran avant qu'un pseudo-mot n'apparaisse. Chaque pseudo-mot était présenté au centre de l'écran, en police Courier New, 18, noir, en minuscules (2,05 degrés d'angle visuel) et restait affiché pendant 5000 ms, ou jusqu'à la réponse de l'enfant. Les participants devaient dire si les items commençaient par un vrai mot monosyllabique et devaient répondre aussi vite qu'ils le pouvaient en faisant le moins d'erreur possible. Ils pouvaient répondre grâce à la touche comportant une vignette rouge ou verte du clavier : la touche X avec une vignette rouge pour « non » et la touche N avec une vignette verte pour « oui ». Après la réponse de l'enfant, un ISI de 250 ms était inséré avant le début d'un nouvel essai. Nous avons mesuré les temps de réponse ainsi que la précision des réponses.

1.1.4 Hypothèses théoriques et opérationnelles.

Hypothèse 1.a Si les enfants dyslexiques ainsi que les enfants normo-lecteurs sont sensibles aux syllabes phonologiques pour segmenter et même accéder aux mots, ils devraient identifier plus rapidement les mots dans la condition compatible ;

Hypothèse 1.b Si les enfants dyslexiques ont des représentations phonologiques sous-lexicales préservées, nous devrions trouver des effets robustes modulés par la fréquence des syllabes chez les enfants dyslexiques et les enfants normo-lecteurs.

Hypothèse 1.c Les enfants dyslexiques devraient être sensibles aux PS d'une façon similaire aux enfants normo-lecteurs, démontrant des représentations phonologiques préservées.

1.2 Résultats

Nous avons conduit une ANOVA à mesures répétées sur les temps de réponse (TRs) et sur le pourcentage de réponses correctes. Cette étude était composée de 3 facteurs intra-sujets, i.e., la CONDITION à deux modalités (Compatible vs. Incompatible), la FRÉQUENCE LEXICALE à deux modalités (Haute vs. Basse) et la FRÉQUENCE PHONO à deux modalités (Haute vs. Basse) ainsi que d'un facteur inter-sujets, le GROUPE à trois modalités (DYS vs. NLAC vs. NLAL).

Nous avons standardisé les TRs selon une double procédure. Pour chaque enfant, les TRs extrêmes (i.e., ≥ 4000 ms et ≤ 400 ms) n'ont pas été pris en compte, car considérés comme aberrants pour illustrer les processus cognitifs recherchés. De plus, nous avons remplacé les TRs s'éloignant de ± 2 écarts-types par la moyenne de chaque enfant dans chaque condition.

1.2.1 Analyses sur la condition (compatible ou incompatible)

Nous obtenons un effet principal du facteur GROUPE sur les pourcentages de bonnes réponses, $F(2, 57) = 104$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.785$. Les enfants DYS (M = 67,2% ; ET = 1,3) ont fait significativement plus d'erreurs que les NLAC ($p < .001$, M = 92,1% ; ET = 1,3) et que les NLAL ($p < .001$, M = 87,5% ; ET = 1,3). La différence entre les NLAL et NLAC est aussi significative ($p = .039$).

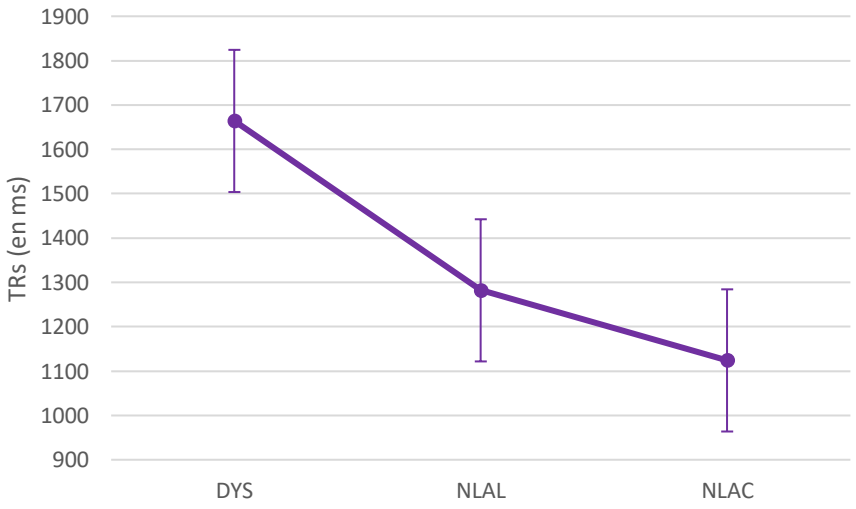
Toujours sur les pourcentages de bonnes réponses, un autre effet principal a été identifié pour la FRÉQUENCE PHONO, $F(1, 57) = 9{,}52$, $p = .003$, $\eta^2_p = 0.143$. Les performances ont

été meilleures pour les mots peu fréquents (*M* = 83,5% ; *ET* = 0,81) que pour les mots à fréquents (*M* = 81% ; *ET* = 0,88).

Concernant les TRs, nous constatons un effet principal du GROUPE, $F(2, 57) = 21{,}9$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.435$ (voir Figure 16). Les DYS (*M* = 1664 ms ; *ET* = 59,3) ont été significativement plus lents que les NLAC ($p < .001$, *M* = 1124 ms ; *ET* = 59,3) et que les NLAL ($p < .001$, *M* = 1282 ms ; *ET* = 59,3).

Figure 16.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE.



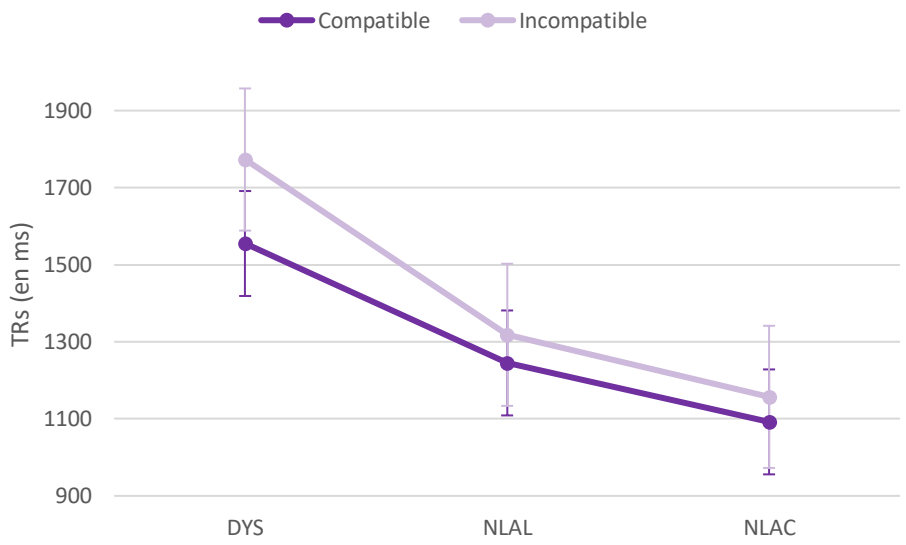
Un effet principal de la FRÉQUENCE LEXICALE est mis en évidence, $F(1, 57) = 39{,}62$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.410$. Les mots fréquents ont été détecté plus rapidement que les mots à peu fréquents (respectivement, *M* = 1316 ms ; *ET* = 34,9 et *M* = 1397 ms ; *ET* = 34,7).

Nous retrouvons un effet principal du facteur CONDITION, $F(1, 57) = 54{,}5$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.489$. Les mots en condition compatible étaient détectés plus rapidement que les mots en condition incompatible (respectivement, *M* = 1297 ms ; *ET* = 32,8 et *M* = 1416 ms ; *ET* = 37,4).

Un effet d'interaction GROUPE × CONDITION est mis en lumière, $F(2, 57) = 9{,}68$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.253$ (voir Figure 17). Tous les groupes étaient plus rapides en condition compatible (DYS, *M* = 1555 ms ; *ET* = 56,7, NLAL, *M* = 1245 ms ; *ET* = 56,7 et NLAC, *M* = 1092 ms ; *ET* = 56,7) qu'en condition incompatible (DYS, *M* = 1773 ms ; *ET* = 64,8, NLAL, *M* = 1318 ms ; *ET* = 64,8 et NLAC, *M* = 1157 ms ; *ET* = 64,8). Cependant, seuls les DYS ont des TRs significativement différents en fonction des deux conditions ($p < .001$).

Figure 17.

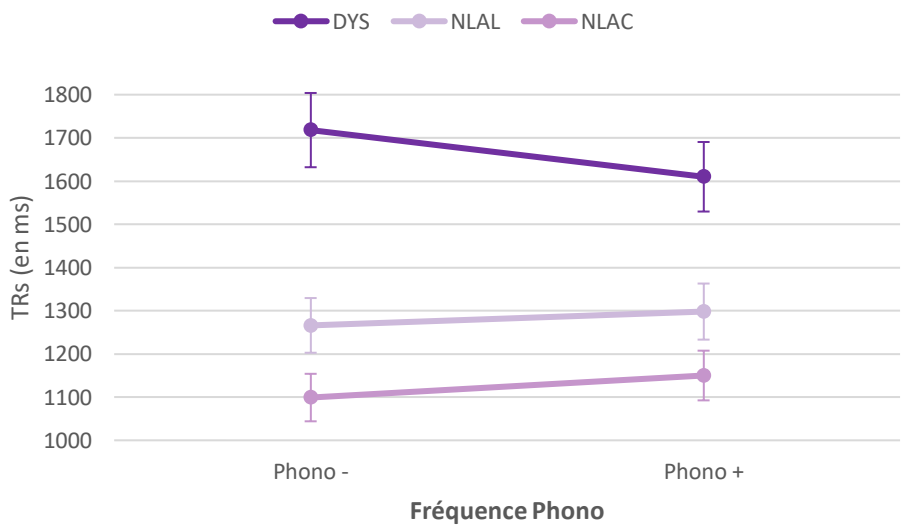
Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE et de la CONDITION.



Nous avons aussi observé un effet d'interaction FRÉQUENCE PHONO × GROUPE, $F(2, 57) = 21{,}36$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.428$ (voir Figure 18). Les NL ont été plus lents lorsque la fréquence phonologique des syllabes était élevée (NLAL, *M* = 1298 ms ; *ET* = 57 et NLAC, *M* = 1150 ms ; *ET* = 57) que lorsqu'elle était basse (NLAL, *M* = 1266 ms ; *ET* = 62,9 et NLAC, *M* = 1099 ms ; *ET* = 62,9), mais de manière non significative. L'inverse est observé chez les DYS, avec des TRs significativement plus rapides lorsque la fréquence est élevée ($p < .001$, *M* = 1610 ms ; *ET* = 57, contre *M* = 1718 ms ; *ET* = 62,9 en fréquence basse).

Figure 18.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE et de la FRÉQUENCE PHONO.

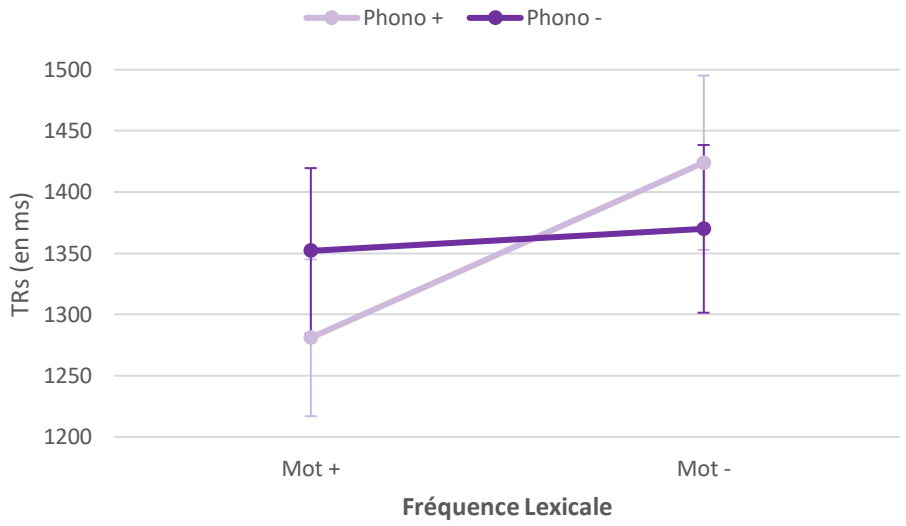


Nous pouvons souligner une autre interaction, FRÉQUENCE LEXICALE × FRÉQUENCE PHONO, $F(1, 57) = 37{,}62$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.398$ (voir Figure 19). La différence des TRs en fréquence phonologique basse n'est pas significative ($p > .05$, Mot +, *M* = 1352 ms

; *ET* = 38 et Mot -, *M* = 1370 ms ; *ET* = 36,4), mais la détection des mots fréquents était significativement plus rapide lorsque la fréquence phonologique des syllabes était élevée (p < .001, Mot +, *M* = 1424 ms ; *ET* = 34,4 et Mot -, *M* = 1261 ms ; *ET* = 33,3).

Figure 19.

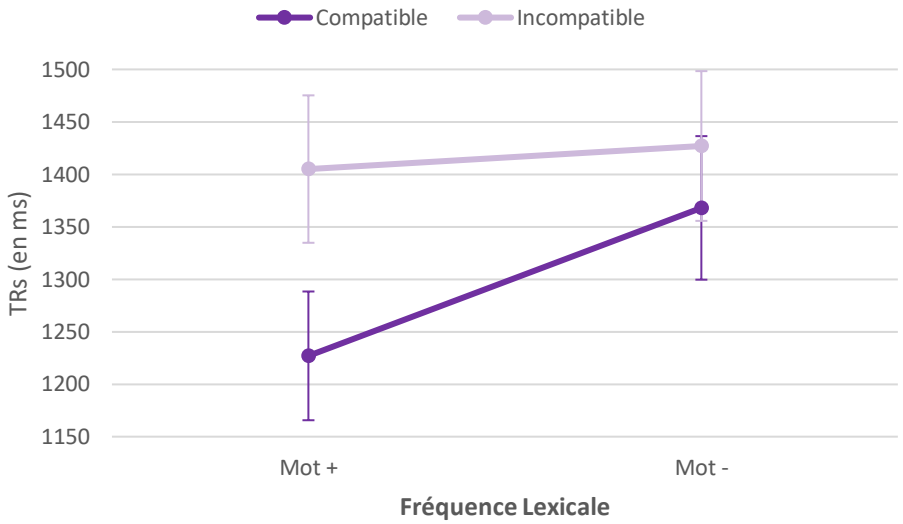
Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la FRÉQUENCE LEXICALE et de la FRÉQUENCE PHONO.



Comme dernier effet d'interaction, nous pouvons mentionner l'effet FRÉQUENCE LEXICALE × CONDITION, $F(1, 57) = 30{,}73$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.350$ (voir Figure 20). Nous retrouvons les mots fréquents détectés plus rapidement que les mots peu fréquents ($p < .001$) et que les participants sont plus rapides en condition compatible qu'incompatible ($p < .001$, respectivement Mot +, *M* = 1227 ms ; *ET* = 33,5 ; Mot -, *M* = 1368 ms ; *ET* = 34,4 et Mot +, *M* = 1405 ms ; *ET* = 38,8 ; Mot -, *M* = 1427 ms ; *ET* = 37,6).

Figure 20.

Temps de réponse (en millisecondes) en fonction de la FRÉQUENCE LEXICALE et de la CONDITION.



1.2.2 Analyses sur la sonorité

Nous avons mené une ANOVA à mesures répétées sur les temps de réponse (TRs) et sur le pourcentage de réponses correctes. Cette étude était composée de 3 facteurs intra-sujets, i.e., la FRÉQUENCE LEXICALE à deux modalités (Haute vs. Basse) et la FRÉQUENCE PHONO à deux modalités (Haute vs. Basse) et la SONORITE à trois modalités (Hausse vs. Plateau vs. Chute) et d'un facteur inter-sujets, le GROUPE à trois modalités (DYS vs. NLAC vs. NLAL).

Nous avons standardisé les TRs selon une double procédure. Pour chaque enfant, les TRs extrêmes (i.e., ≥ 4000 ms et ≤ 400 ms) n'ont pas été pris en compte, car considérés comme aberrants pour illustrer les processus cognitifs recherchés. De plus, nous avons remplacé les TRs s'éloignant de ± 2 écarts-types par la moyenne de chaque enfant dans chaque condition (1,1 % des données).

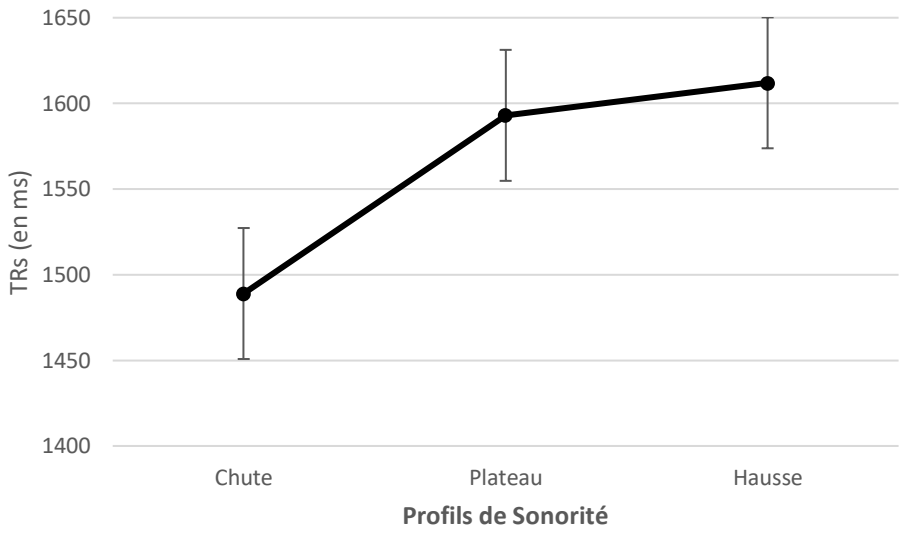
Pour les pourcentages de bonnes réponses, les résultats mettent en avant un effet principal du facteur SONORITÉ, $F(2, 96) = 87{,}33$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.645$. Les tests post-hoc LSD de Fisher, avec correction de Bonferroni montrent que les enfants avaient significativement de meilleures performances pour le PS Chute (*M* = 84,5 % ; *ET* = 0,56), mais les performances pour les PS Plateau et Hausse ne se différenciaient pas (respectivement, *M* = 76 % ; *ET* = 0,76 et *M* = 75,2 % ; *ET* = 0,84).

Toujours concernant les pourcentages de bonnes réponses, nous constatons un effet d'interaction SONORITÉ × GROUPE, $F(4, 96) = 5{,}64$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.190$. Nous retrouvons les meilleures performances pour le PS Chute, mais les NLAC étaient plus performants sur tous les PS (Chute, *M* = 91,6 % ; *ET* = 0,98, Plateau, *M* = 84,5 % ; *ET* = 1,323 et Hausse, *M* = 86 % ; *ET* = 1,45). Les DYS et NLAL n'avaient pas des performances significativement différentes pour le PS Chute (respectivement, *M* = 81,9 % ; *ET* = 0,975 et *M* = 80 % ; *ET* = 0,96).

L'ANOVA a aussi mis en évidence un effet principal de la SONORITÉ pour les TRs, $F(1, 48) = 42{,}15$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.468$ (voir Figure 21). Les tests post-hoc LSD de Fisher avec correction de Bonferroni confirment que les enfants ont été significativement plus rapides à détecter le mot lorsque la frontière syllabique appartenait au PS Chute ($p < .001$, *M* = 1489 ms ; *ET* = 37,6) comparément au PS Plateau (*M* = 1593 ms ; *ET* = 31,8) et au PS Hausse (*M* = 1612 ms ; *ET* = 34).

Figure 21.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ.



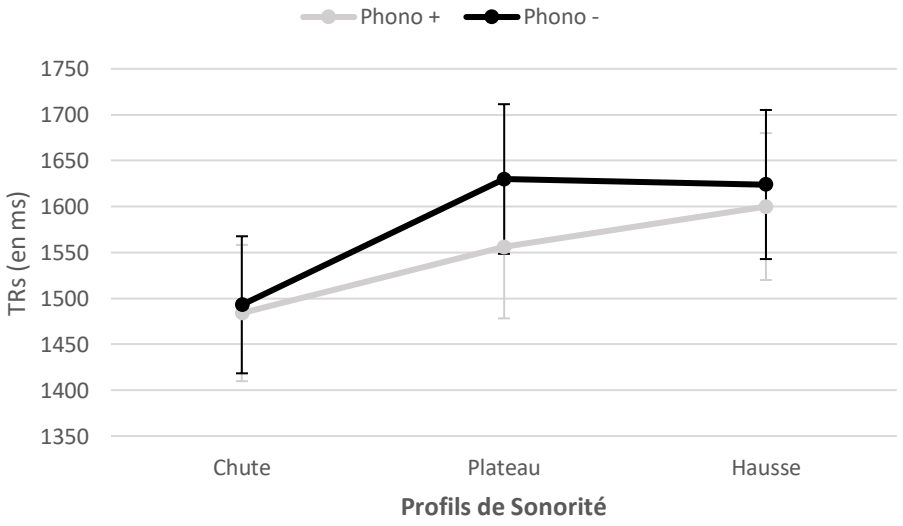
Nous constatons un effet principal du facteur GROUPE, $F(1, 48) = 22{,}5$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.484$. Les DYS (M = 1674 ms ; ET = 58,1) ont été significativement plus lents que les NLAC ($p < .001$, M = 1251 ms ; ET = 58,1) et mais la différence n'est pas significative avec les NLAL ($p = .766$, M = 1769 ms ; ET = 58,1).

Des effets principaux sont retrouvés pour les facteurs FRÉQUENCE LEXICALE et FRÉQUENCE PHONO, respectivement, $F(1, 48) = 90{,}35$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.653$ et $F(1, 48) = 8{,}72$, $p = .005$, $\eta^2_p = 0.154$). Les TRs sont plus rapides lors que les fréquences lexicale et phonologique sont élevées (respectivement, M = 1477 ms ; ET = 36 et M = 1546 ms ; ET = 34,6) que lorsqu'elles sont basses (respectivement, M = 1652 ms ; ET = 33,5 et M = 1582 ms ; ET = 33,5).

Un effet d'interaction FRÉQUENCE PHONO × SONORITÉ est mis en lumière, $F(2, 48) = 4{,}66$, $p = .012$, $\eta^2_p = 0.088$ (voir Figure 22). Globalement, les tests post-hoc LSD de Fisher, avec correction de Bonferroni rapportent que les fréquences phonologiques fréquentes sont traitées significativement plus vite en PS Plateau seulement ($p = .005$, PHONO +, M = 1556 ms ; ET = 34,5 et PHONO -, M = 1630 ms ; ET = 32,1)

Figure 22.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ et de la FRÉQUENCE PHONO.

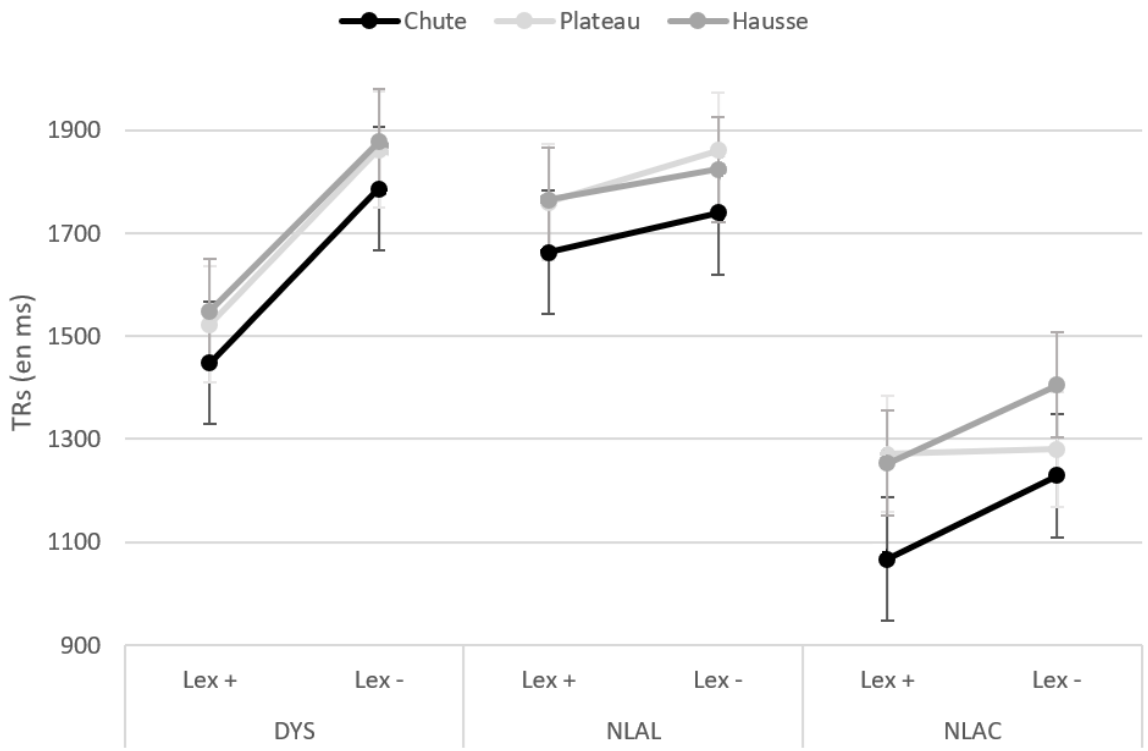


Nous pouvons observer un effet d'interaction SONORITÉ × FRÉQUENCE LEXICALE × GROUPE, $F(4, 48) = 4{,}39$, $p = .003$, $\eta^2_p = 0.155$ (voir Figure 23). Nous retrouvons des TRs plus rapides pour le PS Chute. Les DYS bénéficient le plus des effets de la fréquence lexicale et de la sonorité optimale. Les mots peu fréquents et rares impactent

davantage leur TRs (Chute, *M* = 1786 ms ; *ET* = 64,3, Plateau, *M* = 1862 ms ; *ET* = 56,6 et Hausse, *M* = 1877 ms ; *ET* = 61,2) contrairement aux NLAC.

Figure 23.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ et de la FRÉQUENCE LEXICALE et du GROUPE.

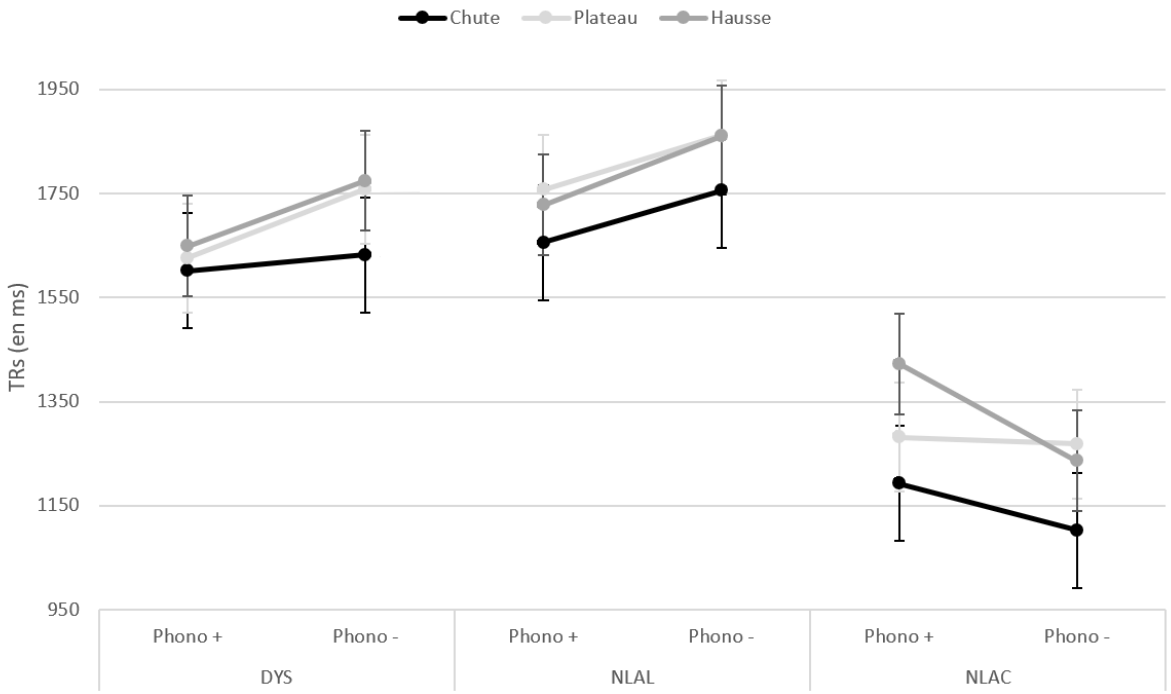


Un autre effet d'interaction SONORITÉ × FRÉQUENCE LEXICALE × GROUPE a été mis en évidence, $F(4, 48) = 4{,}39$, $p = .003$, $\eta^2_p = 0.155$ (voir Figure 24). Les DYS et les NLAL répondent plus rapidement lorsque la fréquence phonologique est élevée, peu importe les PS. Cependant, il se produit l'inverse chez les NLAC, avec des TRs plus lents en cas de

fréquence phonologique élevée (Chute, *M* = 1193 ms ; *ET* = 66,6, Plateau, *M* = 1282 ms ; *ET* = 59,7 et Hausse, *M* = 1423 ms ; *ET* = 61,4).

Figure 24.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ et de la FRÉQUENCE PHONO et du GROUPE.



1.3 Discussion

L'objectif de cette étude était de mettre en lumière la capacité des enfants DYS à segmenter syllabiquement des pseudo-mots et que cette segmentation pouvait être facilitée par le marquage de sonorité. Nous pensions que les enfants auraient une sensibilité à la sonorité accrue en condition de compatibilité avec le découpage syllabique, sensibilité modulée par la fréquence lexicale et / ou phonologique. Nous nous attendions à un effet de la condition de

compatibilité syllabique, de la fréquence phonologique, de la fréquence lexicale et de la sonorité sur la segmentation de mots en syllabes. Nous pensions également que l'interaction de ces facteurs démontre une activation plus rapide de l'accès aux représentations phonologiques et au stock lexical en mémoire. Afin de tester nos hypothèses, nous nous sommes appuyés sur la tâche du Word-Spotting, initialement utilisée en perception de parole mais dont l'intérêt est ici de prouver la robustesse de la première syllabe en fonction de sa sonorité et de provoquer une compétition lexicale.

Nos premiers résultats montrent des capacités de traitement syllabique chez les enfants DYS. En effet, la condition de compatibilité leur est favorable et ils lisent plus rapidement des syllabes fréquentes enchâssées dans des mots fréquents, ce qui est en accord avec notre hypothèse de départ. De plus, ces résultats iraient dans le sens de travaux antérieurs qui illustrent la trajectoire développementale des enfants plus jeunes par rapport aux plus âgés selon laquelle la syllabe est une unité de plus en plus rapidement disponible au fur et à mesure que la lecture s'automatise (e.g., Duncan et al., 1997 ; Ehri, 2014 ; Hulme et al., 2002 ; Seymour & Duncan, 1997). D'après notre étude, les enfants DYS semblent suivre la même trajectoire que leurs pairs NLAL. Cela reflèterait alors que les enfants dyslexiques pourraient s'inscrire dans un retard développemental et qu'ils sont capables de traitement syllabique. Les enfants DYS ayant un lexique moins stable que leurs homologues NLAC, pourraient alors s'appuyer sur d'autres propriétés que la fréquence phonologique et/ou lexicale pour procéder à un découpage syllabique des mots. Dans ce paradigme, puisque nous avons utilisé des pseudo-mots formés de façon à minimiser le trou bigrammique, les enfants n'ont pas pu s'appuyer strictement sur des régularités statistiques pour extraire les syllabes et localiser la frontière

syllabique. Nous sommes en mesure de montrer que les enfants en cours d'apprentissage de la lecture n'ont pas uniquement recours aux informations statistiques phonologiques et/ou lexicales pour trouver les frontières syllabiques des mots, contrairement aux conclusions de Doignon et Zagar (2006) ou Doignon-Camus et al. (2013).

Nous avions fait l'hypothèse que les enfants dyslexiques étaient sensibles aux PS d'une façon similaire aux enfants normo-lecteurs, démontrant des représentations phonologiques préservées. En effet, nos données montrent une sensibilité accrue au marquage de sonorité pour tous nos groupes. Les DYS sont aidés dans la segmentation syllabique grâce à l'optimalité des profils de sonorité en frontière syllabique, et cet effet est majoré par la fréquence lexicale et/ou phonologique élevée. Ces résultats sont en accord avec ceux d'études antérieures (e.g., Fabre & Bedoin, 2003 ; Maïonchi-Pino & al., 2012). On remarque que plus une frontière syllabique est saillante et légale, plus l'enfant est rapide dans le traitement syllabique et moins il commet d'erreurs de découpage. Cet aspect se conforme aux contraintes de l'OT (e.g., Gouskova, 2004 ; Prince & Smolensky, 2008) selon laquelle une frontière syllabique, pour être optimale et facilement identifiable, doit être formée d'une coda très sonore suivie d'une attaque à faible sonorité, ainsi présenter une chute de sonorité en frontière syllabique. Nos résultats confirment les données trouvées lors des études en perception visuelle (e.g., Tamási & Berent, 2015) et également en perception de la parole (e.g., Berent & al., 2007 ; 2012 ; 2016 ; Zhao & Berent, 2018 ; Maïonchi-Pino & al., 2013) chez l'enfant et l'adulte. La sonorité semble être une caractéristique universelle, pouvant s'appréhender rapidement, sans autres informations sur la langue. Dans notre étude, en condition de compatibilité, les NLAC sont globalement plus rapides dans le traitement syllabique que leurs pairs DYS et NLAL. On observe également que,

plus le profil de sonorité est optimal, plus les mots fréquents sont traités rapidement, ce qui indique bien que l'accès au lexique s'appuierait sur une segmentation syllabique, qui serait elle-même facilitée par l'optimalité des profils de sonorité des consonnes en frontière syllabique. Cette observation est également vraie mais moins marquée pour les mots peu fréquents.

De plus, les temps de réponse réduits à notre tâche tant pour les normo-lecteurs que pour les DYS sont la manifestation de l'efficience de ces informations que constituent les profils de sonorité optimaux. Les temps de traitement plus élevés sur les profils de sonorité illégaux (i.e., Plateau ou Hausse) abondent dans le sens qu'une nette chute de sonorité entre les deux consonnes de la frontière syllabique facilite la segmentation et certainement l'accès aux représentations et au lexique puisque plus le profil est optimal, plus les mots fréquents sont repérés rapidement. Le marquage de sonorité semble donc être un outil fin et sensible car nous notons des différences significatives entre le PS optimal Chute et les autres pour tous les groupes d'enfants. Nos données montrent donc un effet de la sonorité sur les groupes. Si tous les enfants semblent bénéficier de la même manière de la sonorité, le groupe des enfants NLAC est encore plus avantagé que les autres par l'optimalité. La sonorité constitue un indice utile aux stratégies de segmentation et d'accès au lexique. Nos résultats nous indiquent donc une réelle sensibilité au marquage de sonorité sûrement due à l'activation de représentations phonologiques. Cependant, ces représentations paraissent plus stables chez les NLAC qui ont également un lexique plus riche comme nous le prouvent les phénomènes d'inhibition reflétant une moindre compétition lexicale. Enfin, l'influence de la sonorité marquée nous indique bien

une activation des représentations phonologiques chez tous les enfants de notre échantillon, les dyslexiques comme les normo-lecteurs.

Par conséquent, les enfants DYS auraient des représentations phonologiques épargnées et assez structurées pour être activables et, de ce fait, permettre la segmentation syllabique. Elles seraient cependant moins rapidement accessibles et moins stables que chez les enfants NLAC pour lesquels nous avons observé des temps de réponse inférieurs aux autres groupes ainsi que des effets d'inhibition indiquant une compétition et donc des représentations plus riches. De plus, avec l'illégalité des profils de sonorité, notre expérimentation a mis en relief le relai pris par la fréquence phonologique, principalement la fréquence élevée, pour que le jeune lecteur puisse procéder plus aisément au découpage syllabique. Cette observation va dans le sens du modèle du lecteur expert (i.e., DIAMS, Doignon & Zagar, 2006) qui propose que les lettres activent les syllabes phonologiques correspondantes qui, elles-mêmes activent les mots présents dans le lexique. Les temps de réponse des DYS indiquent bien qu'il y a une activation des représentations phonologiques, démontrée par la segmentation syllabique, mais que l'accès est plus lent comme l'a prouvé notre tâche de Word-Spotting.

Pour finir, puisque la syllabe est largement influencée par des paramètres acoustico-phonétiques (e.g., Doignon & Zagar, 2006 ; Écalle & Magnan, 2015 ; Maïonchi-Pino & al., 2012a), l'accès aux syllabes et donc au lexique est sous-tendu par les connaissances implicites que les enfants ont de leur langue et qu'ils tirent de l'oral. Ces connaissances orales sur la syllabe renforceraient les connaissances écrites et réciproquement grâce à l'apprentissage explicite, enrichissant ainsi le lexique (e.g., Écalle & Magnan, 2015). Notre étude a mis en

avant que les enfants dyslexiques étaient capables de traitement syllabique, bien que moins performants que leurs pairs normo-lecteurs.

Chapitre 2 : Tâche de Localisation syllabique

Cette tâche a été inspirée par l'étude de Rebecca Treiman (Treiman & Chafetz, 1987) et a été précédemment utilisée chez les illettrés (Tossonian, 2019). Nous avons alors intégré dans notre propre tâche les variables SEGMENTATION (structuration syllabique) et SONORITÉ. Les travaux initiaux avaient pour but de voir dans quelle(s) mesure(s) les unités orthographiques reflétaient les unités phonologiques chez les enfants. Les auteurs avaient alors utilisé une tâche de décision lexicale modifiée (dénommée ici tâche de localisation syllabique) pour vérifier leur questionnement initial. Dans notre étude, nous avons repris cette tâche afin d'avoir plus de précisions sur la capacité des enfants à rejeter des pseudo-mots en fonction de la légalité de la structure syllabique et du profil de sonorité en frontière syllabique.

2.1 Méthode

2.1.1 Participants

Soixante-neuf enfants de langue maternelle française ont participé à cette étude. Nous avons recruté 23 enfants DYS dans des cabinets d'orthophonie sur la base d'un diagnostic complet de dyslexie développementale effectué au cours des 24 derniers mois. Aucun ne présentait de trouble neurologique, sensoriel ou psychologique, ni de trouble de déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H) comorbide. Les enfants DYS avaient bénéficié d'interventions hebdomadaires basées sur la lecture et la conscience phonologique depuis moins de 24 mois. Les enfants normo-lecteurs ont été recrutés dans 3 écoles primaires urbaines

du Puy-de-Dôme. Tous les enfants étaient issus d'une classe socio-économique moyenne supérieure. Vingt-trois NLAC et 23 NLAL ont été appariés aux DYS. Les enfants ont été soumis à un test de lecture de mots, le TIMÉ 2 (Écalle, 2003) ou le TIMÉ 3 (Écalle, 2006). Les tests TIMÉ 2 et TIMÉ 3 ont été utilisés pour s'assurer que les enfants ne présentaient pas de troubles de la lecture et avaient des profils adéquats selon l'âge de lecture. Les profils et les données descriptives sont présentés dans le Tableau 5. Aucun enfant ne pouvait participer sans que leurs parents / tuteurs aient complété et signé un formulaire de non-opposition détaillé. Cette étude a été approuvée par le Comité d'Ethique de la Recherche IRB-UCA.

Tableau 5.

Récapitulatif profils des enfants atteints de dyslexie développementale (DYS), des enfants au développement typique appariés à l'âge chronologique (NLAC) et des enfants au développement typique appariés au niveau de lecture (NLAL).

	***N* (G/F)**	**Age chronologique**	**Age lexique**	**Différence**
DYS	*23* (14/9)	117 (6)	94 (4,6)	-22 (3,5)
NLAC	*23* (6/17)	117 (6)	128 (9)	11 (10,6)
NLAL	*23* (8/15)	96 (5)	95 (4,7)	-0,9 (4,5)

Notes. Les valeurs sont exprimées en mois ; entre parenthèses, les écart-types

2.1.2 Matériel

Des pseudo-mots bisyllabiques ont été utilisés (9 bisyllabiques × 5 PS × 3 segmentations : 45 items) et présentés ainsi : : V_1*C_1.$C_2V_2C_3$ (S1), V_1C_1*.$C_2V_2C_3$ (S2), ou V_1C_1.C_2*V_2C_3 (S3) (où le point représente la limite de la syllabe ; l'astérisque (*) était affiché

dans les pseudo-mots suivant la segmentation syllabique attendue (S1) ou la violant (S2, S3)). Tous les clusters C_1C_2 intervocaliques ont été considérés comme non attestés en position initiale de mot et en tant que structures initiales de syllabe en français (e.g., Dell, 1995). Tous les pseudo-mots avaient des consonnes et des voyelles ayant des correspondances orthographiques et sonores régulières (voir Tableau 6). Les consonnes homorganiques (i.e., consonnes qui partagent le même lieu de coarticulation), qui sont décrites comme étant phonétiquement et articulatoirement plus complexes que les consonnes hétéro-organiques (e.g., Jakielski, 2002) et notamment prédisposées à susciter une compensation pour la coarticulation ainsi qu'à retarder ou à mal synchroniser l'énonciation en raison d'un plus grand chevauchement gestuel (e.g., Stoet & Hommel, 1999) et d'une différence vocale, ont été évitées au sein des clusters C_1C_2 (assimilation vocale régressive/progressive). Cependant, C_1 et C_2 pouvaient différer dans le mode d'articulation (i.e., occlusif, fricatif, nasal ou liquide). Les pseudo-mots étaient constitués de 5 PS : Forte Chute (e.g., ‘uldyg’), Faible Chute (e.g., ‘ijgob’), Plateau (e.g., ‘ipkyt’), Faible Hausse (e.g., ‘ivnyd’), et Forte Hausse (e.g., ‘izryv’). Ces items ont été pré-testés, afin d’être certains que la prononciation produite était celle attendue et que la consonne finale était bien sonore et non muette (e.g., le ‘t’ dans ‘ipkyt’). Nous avons inclus 21 items français (e.g., *album, après, écrit, envie*). Le marquage intervocalique progresse du PS forte-hausse (le plus marqué, le moins bien formé) au PS forte-chute (le moins marqué, le mieux formé). Chaque PS contenait 4 clusters C_1C_2 différents. Chaque groupe C_1C_2 était répété 3 fois dans chaque PS ; au total, il y avait 3 disyllabiques × 5 PS × 3 répétitions : 90 stimuli.

Tableau 6.

Liste des mots utilisés pour la tâche Treiman, en fonction de leur PS et Segmentation.

	Forte-hausse	Faible-hausse	Plateau	Faible-chute	Forte-chute
S1	ibnyj	ikfup	ibdyv	iftyk	ulbyj
	ovlyb	ozmyb	obgyz	ufkyt	ulvyd
	umryz	uvnyb	udgyz	uvgoz	ylvub
S2	izryv	ivnyd	ipkyt	ijgob	uldyg
	ovlyg	ugjyb	ogdym	ufpyk	ulvyz
	uvlyg	uzmyj	ufsyk	uzbyj	ymdyv
S3	ogmyz	odvyj	itkuf	ivbig	ulgod
	ubnyj	ulryg	otpyc	umzyd	ulzuv
	ybnyz	ybvyd	ukpyc	yfkyp	ymgov

Items français : album, après, écrit, envie, enjeu, exclu, islam, admis, atlas, engin, écrin, orner, opter, ortie, actif, armer, envoi, excès, écran, islam, objet.

En ce qui concerne le statut des groupes C_1C_2, la segmentation syllabique prédite était attendue entre les consonnes C_1 et C_2 (i.e., suivant le *Principe de satisfaction de l'Attaque Maximale*[8], e.g., Spencer, 1996). Cependant, il y avait théoriquement trois façons de localiser les limites des syllabes : $V_1.C_1C_2V_2C_3$, $V_1C_1.C_2V_2C_3$, ou $V_1C_1C_2.V_2C_3$. Quelle que soit la segmentation syllabique, et indépendamment du fait que la segmentation respectait ou violait les restrictions phonotactiques du français, la structure initiale des syllabes était parmi les plus rares du français (i.e., V, 8% ; VC, 1.9% et VCC, 0.5% ; Léon, 2007). De plus, les propriétés distributionnelles des composantes orthographiques et phonologiques ont été maintenues à des

[8] Ce principe stipule que le nombre de consonnes dans un groupe d'attaque doit être maximisé tant que les régularités phonologiques natives tolèrent qu'un groupe soit phonotactiquement légal en position initiale du mot, et ne viole pas d'autres règles linguistiques spécifiques ou universelles.

valeurs minimales pour les clusters V_1C_1 et C_1C_2 dans les schémas $V_1C_1C_2V_2C_3$ (i.e., des fréquences quasi-nulles par rapport à leur distribution positionnelle ; Peereman et al., 2007).

2.1.3 Dispositif expérimental et Procédure

Chaque enfant a effectué la tâche une seule fois, par groupes de 3 à 6. Les scripts ont été conçus, compilés et exécutés avec E-Prime® 3 Professional (Schneider et al., 2019). Le protocole était présenté sur des ordinateurs portables fonctionnant sous Windows® 10 avec un taux de rafraîchissement de 60 Hz et durait, au total, entre 7 et 10 min. Les enfants étaient assis à environ 57 cm de l'écran. Les enfants ont reçu des instructions écrites et orales. Toutes les tâches comportaient une phase d'entraînement avec des feedbacks correctifs (N = 12) pour s'habituer aux boutons de réponse. Aucun feedback n'a été donné pour les essais expérimentaux.

Sur un fond blanc, une croix de fixation (i.e., +) était affichée 500 ms au centre de l'écran avant l'apparition d'un pseudo-mot. Chaque pseudo-mot était présenté au centre de l'écran en lettres minuscules de la police Courier New, police 18, police noire (2,05° d'angle visuel) et restait affiché pendant 5000 ms. Les enfants devaient décider si le (pseudo)mot imprimé existait ou non en français. Ils pouvaient répondre grâce à la touche comportant une vignette rouge ou verte du clavier : la touche X avec une vignette rouge pour « non » et la touche N avec une vignette verte pour « oui ». Les enfants ont été entraînés avec une liste d'entraînement de 9 essais. Après la réponse de l'enfant, un ISI de 250 ms était inséré avant le début de l'essai suivant. Les temps de réponse et la précision des réponses étaient enregistrés automatiquement.

2.1.4 Hypothèses théoriques et opérationnelles

Hypothèse 2.a : Nous nous attendons à ce que les DYS soient globalement plus lents dans leurs réponses, en comparaison avec les NL.

Hypothèse 2.b : Nous pensons aussi mettre en évidence une sensibilité des enfants DYS à la sonorité et donc aux différents PS, avec performances de plus en plus rapides des PS Forte Chute vers Forte Hausse.

Hypothèse 2.c : Nous pensons aussi mettre en lumière leur capacité à traiter syllabiquement et donc des différences de temps de réponse en fonction de la segmentation. Sensibles à la structure syllabique des items, ils seront plus longs à rejeter les items de type S2 (V_1C_1*$C_2V_2C_3$) et les items S1 (V_1*$C_1C_2V_2C_3$) que les items de type S3 ($V_1C_1C_2$*V_2C_3).

2.2 Résultats

Nous avons mené une ANOVA à mesures répétées sur les temps de réponse (TRs) et sur le pourcentage de réponses correctes. Cette étude était composée de 2 facteurs intra-sujets, i.e., la SEGMENTATION à 3 modalités (S1 vs. S2 vs. S3) et la SONORITÉ à 5 modalités (Forte Hausse vs. Faible Hausse vs. Plateau vs. Faible Chute vs. Forte Chute) ainsi que d''un facteur inter-sujets, le GROUPE à 3 modalités (DYS vs. NLAC vs. NLAL).

Nous avons standardisé les TRs selon une double procédure. Pour chaque enfant, les TRs extrêmes (i.e., $\geq$ 4000 ms et $\leq$ 400 ms) n'ont pas été pris en compte, car considérés comme aberrants pour illustrer les processus cognitifs recherchés. De plus, nous avons remplacé les TRs s'éloignant de ± 2 écarts-types par la moyenne de chaque enfant dans chaque condition.

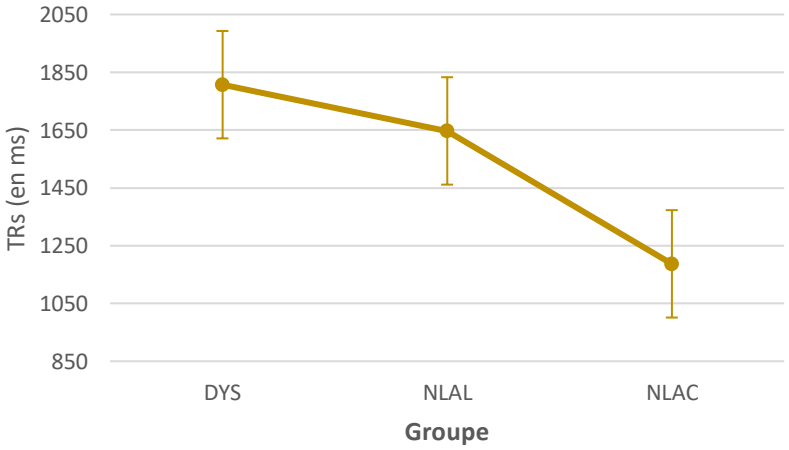
2.2.1 Analyses générales

Concernant les taux de bonnes réponses, nous avons constaté une différence significative en fonction du GROUPE, $F(2, 66) = 7{,}45$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.184$. Les NLAL ont fait le plus d'erreurs (M = 86,3% ; ET = 1,72). La différence avec les DYS n'est pas significative (M = 89,3% ; ET = 1,72). Les NLAC ont le pourcentage de bonnes réponses le plus élevé, significativement différent des deux autres groupes ($p < .001$, M = 95,9% ; ET = 1,72).

Sur les TRs, nous avons aussi trouvé un effet principal du GROUPE, $F(2, 66) = 13{,}8$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.295$. Les DYS répondaient significativement plus lentement que les NLAC ($p < .001$, respectivement, M = 1807 ms ; M = 1187 ms ; ET = 86,5). Les DYS ne se différenciaient pas des NLAL ($p > .05$, M = 1647 ms ; ET = 86,5). La Figure 25 représente ces résultats.

Figure 25.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction du GROUPE

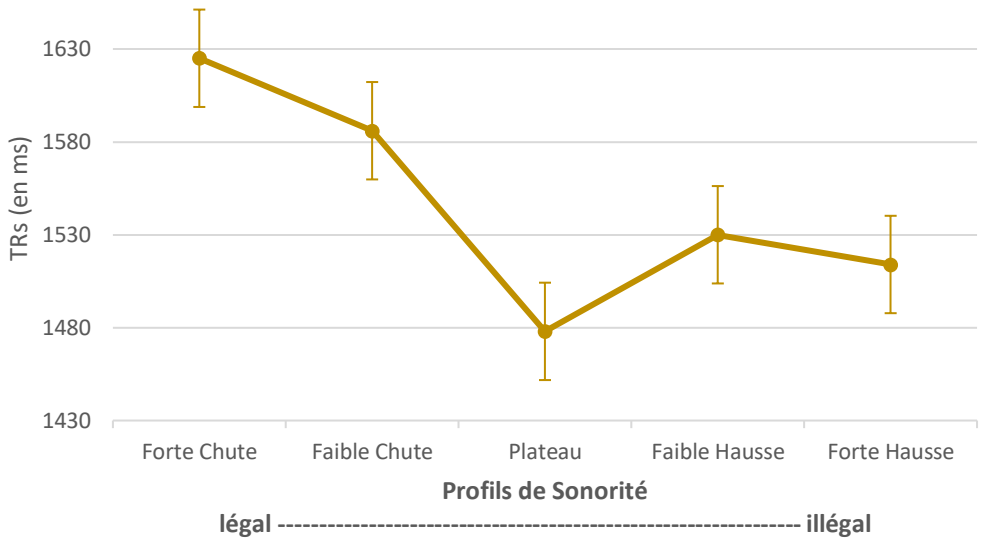


Nous retrouvons un effet principal de la SONORITÉ, $F(4, 264) = 6{,}7$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.092$. Les analyses post-hoc réalisées à partir d'un LSD de Fisher, avec corrections de

Bonferroni ont mis en évidence que les participants mettent plus de temps à répondre pour les profils Forte Chute et Faible Chute ($p > .05$, respectivement, M = 1625 ms ; ET = 60,2, M = 1586 ms ; ET = 53). Les TRs pour le profil Plateau sont les plus rapides (M = 1478 ms ; ET = 57,2), puis les TRs augmentent de nouveau pour les profils Faible Hausse et Forte Hausse (respectivement, M = 1530 ms ; ET = 56,1, M = 1514 ms ; ET = 40,7, voir Figure 26).

Figure 26.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ



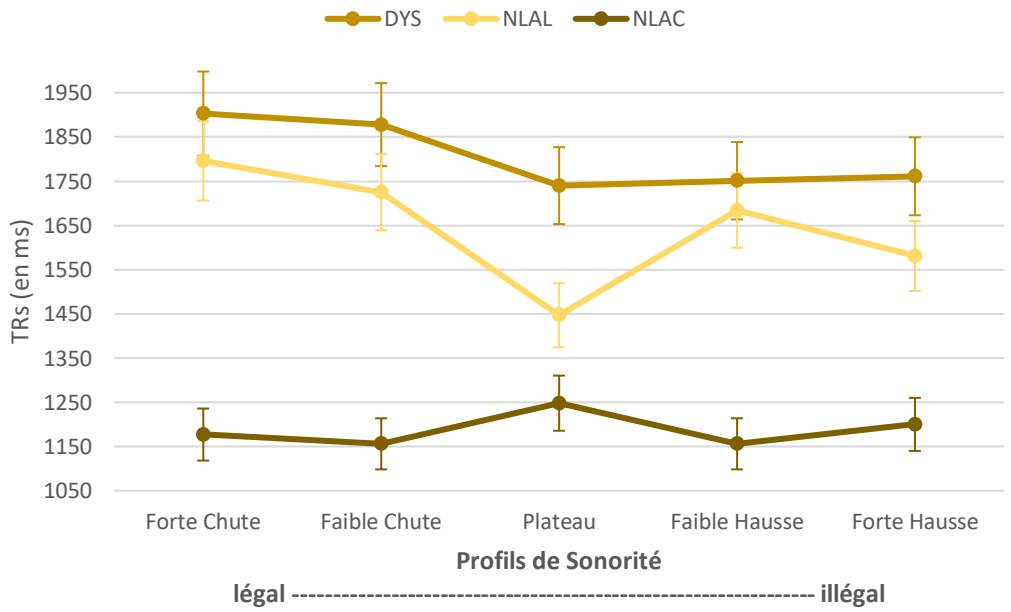
Un effet principal a été observé pour le facteur SEGMENTATION, $F(2, 132) = 22{,}71$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.256$. Les enfants ont été plus rapides à répondre lorsque le mot était segmenté après la 3e lettre (S3, type $V_1C_1C_2{*}V_2C_3$, M = 1372 ms ; ET = 56,7). Les analyses post-hoc réalisées à partir d'un LSD de Fisher, avec corrections de Bonferroni ont montré qu'ils ont mis significativement plus de temps à répondre lorsque le mot était segmenté après la 2e lettre (S2,

type $V_1C_1*C_2V_2C_3$, $p < .001$, M = 1531 ms ; ET = 53,4), et encore plus lorsque le mot était segmenté après la 1ère lettre (S1, type $V_1*C_1C_2V_2C_3$, $p < .001$, M = 1738 ms ; ET = 66,1).

Un effet d'interaction a été mis en évidence entre les facteurs SONORITÉ et GROUPE, $F(8, 264) = 5.09$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.134$, (voir Figure 27). Nous retrouvons un pattern de réponse similaire entre les DYS et les NLAL, mais les NLAC diffèrent sur leurs TRs pour le PS Plateau, avec des TRs significativement plus lents sur ce PS là (p = .002, Plateau, M = 1738 ms ; ET = 66,1)

Figure 27.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du GROUPE.

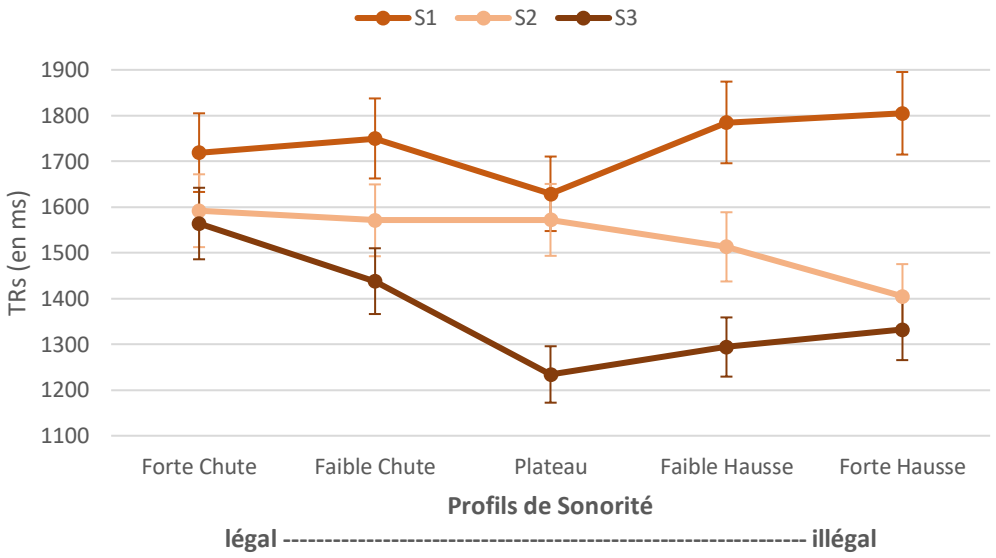


Un deuxième effet d'interaction a été mis en lumière entre les facteurs SONORITÉ et SEGMENTATION, $F(8, 528) = 8,54$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.115$. Les participants ont des TRs plus

longs pour les profils Forte Chute et Forte Hausse en type S1 (respectivement, *M* = 1719 ms ; *ET* = 76,3 et *M* = 1805 ms ; *ET* = 71,9) et en S3 (respectivement, *M* = 1564 ms ; *ET* = 83,4 et *M* = 1332 ms ; *ET* = 53,4). La Figure 28 illustre les résultats.

Figure 28.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du type de SEGMENTATION.



2.2.2 Analyses faites sur les enfants DYS et NL séparément

Nous retrouvons un effet principal de la SONORITÉ chez les enfants DYS, $F(4, 88) = 7.36$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.251$, ainsi que chez les NL, $F(4, 176) = 2.87$, $p = .025$, $\eta^2_p = .061$. Nous retrouvons le même pattern de réponse chez les deux populations, à savoir des TRs plus longs pour les profils Forte Chute (pour les DYS, *M* = 1903 ms ; *ET* = 22,9 et NL, *M* = 1486 ms ; *ET* = 89,6). Les TRs pour le profil Plateau sont les plus rapides (pour les DYS, *M* = 1740 ms ; *ET*

= 54,8, et NL, *M* = 1348 ms ; *ET* = 81,4) puis les TRs augmentent de nouveau pour les profils Faible Hausse et Forte Hausse (voir les Figure 29 et Figure 30).

Figure 29.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ pour les NL.

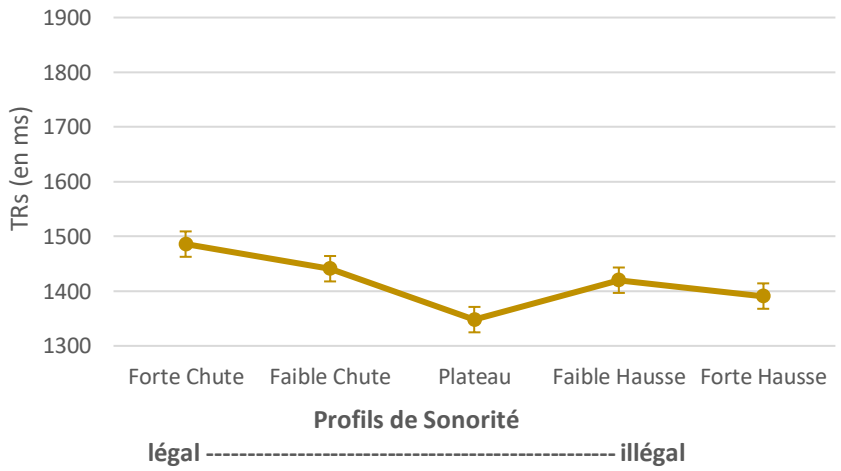
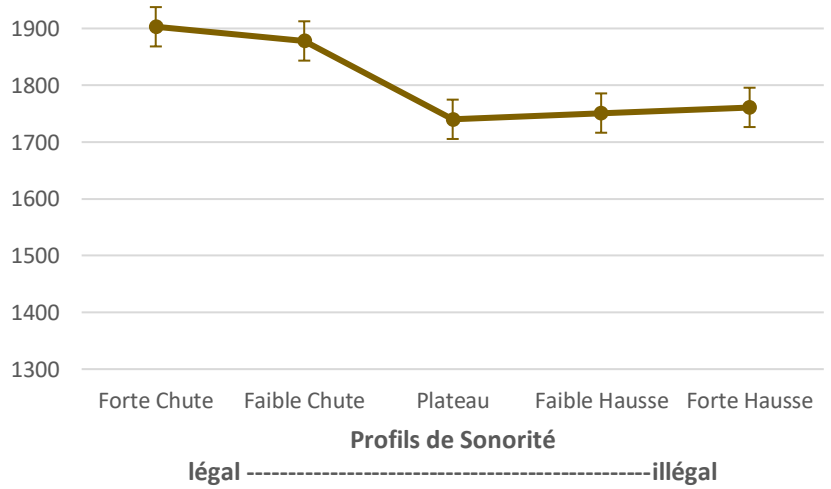


Figure 30.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction de la SONORITÉ pour les enfants DYS.



Des effets principaux de la SEGMENTATION sont présents, autant pour les DYS, $F(2, 44) = 52{,}19$, $p < .001$, $\eta^2_p = .703$, que pour les NL, $F(2, 88) = 8.16$, $p < .001$, $\eta^2_p = .156$. Les deux populations sont plus rapides en type S3 (pour les DYS, *M* = 1574 ms ; *ET* = 59,1, et NL, *M* = 1272 ms ; *ET* = 79,7) et plus lents pour le type S1 (pour les DYS, *M* = 2043 ms ; *ET* = 14,6, et NL, *M* = 1585 ms ; *ET* = 98,9).

Des effets d'interaction SONORITÉ × SEGMENTATION sont à souligner, là encore chez les DYS, $F(8, 176) = 7{,}93$, $p < .001$, $\eta^2_p = .265$, tout comme chez les NL, $F(8, 352) = 5{,}305$, $p < .001$, $\eta^2_p = .108$. Nous retrouvons des patterns de réponses relativement similaires entre les deux populations, les DYS ayant des TRs plus longs (voir Figure 31 et Figure 32). Les analyses post-hoc réalisées à partir d'un LSD de Fisher, avec corrections de Bonferroni attestent que, pour les types S1 et S3, les participants ont répondu plus rapidement lors que le profil de sonorité en frontière syllabique était Plateau (S1, chez les DYS, *M* = 1981 ms ; *ET* = 27,4, et NL, *M* = 1453 ms ; *ET* = 93,4, S3, chez les DYS, *M* = 1459 ms ; *ET* = 89,1, et NL, *M* = 1122 ms ; *ET* = 89). Pour la S2, les TRs sont plus rapides en partant du profil Forte Chute à Forte Hausse, sauf chez les NL où les TRs pour le profil Plateau sont plus lents (*M* = 1468 ms ; *ET* = 109,4).

Figure 31.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du type de SEGMENTATION chez les NL.

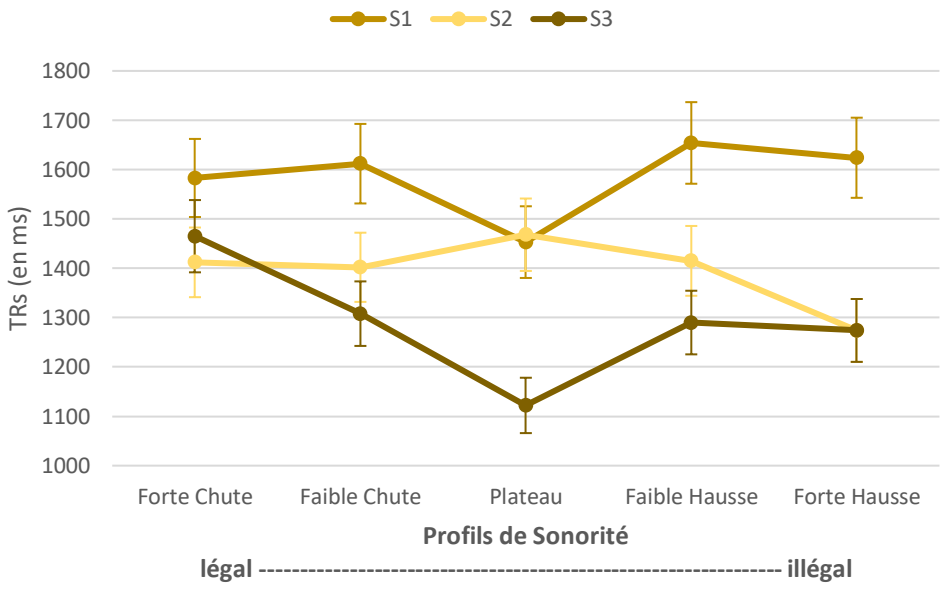
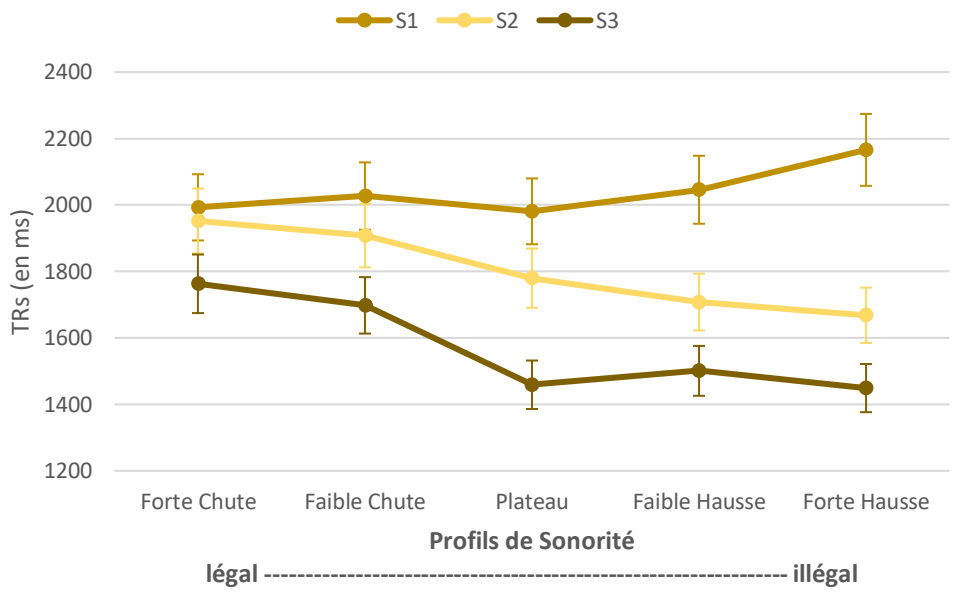


Figure 32.

Temps de réponse moyen (en millisecondes) en fonction des profils de SONORITÉ et du type de SEGMENTATION chez les enfants DYS.



2.3 Discussion

L'objectif principal de cette étude était d'obtenir plus de précisions sur la capacité des enfants à rejeter des pseudo-mots en fonction de la légalité de la structure syllabique et du profil de sonorité en frontière syllabique. En effet, lorsque les enfants dyslexiques échouent à accomplir certaines tâches (e.g., la segmentation syllabique), ces difficultés peuvent être liées à des paramètres strictement phonologiques, mais aussi à des propriétés de la langue - fréquence d'occurrence des lettres / syllabes / structures. Ainsi, l'utilisation de sonorités et de structures qui n'existent pas en français - ou qui sont trop rares - permettrait de contourner cette

« spécificité linguistique ». Le déficit phonologique étant un marqueur universel et la sensibilité précoce aux unités syllabiques en français, nous amènent à penser que la sonorité est un moyen efficace pour mieux comprendre l'origine de ce déficit phonologique et la relation entre la phonologie abstraite et les structures spécifiques au langage.

Concernant nos hypothèses, nous nous attendions à ce que les enfants dyslexiques soient globalement plus lents dans leurs réponses, en comparaison avec les enfants normo-lecteurs. Nous retrouvons effectivement des temps de réponse plus longs pour les DYS. Cependant, les patterns de réponses des enfants dyslexiques en fonction des différents PS sont très similaires aux enfants normo-lecteurs (i.e., performances de plus en plus rapides des PS Forte Chute vers Forte Hausse, allant du plus légal au plus illégal). Ceci met en lumière une sensibilité préservée à la structure phonologique grammaticale, et celle-ci est donc retrouvée dans nos résultats. En effet, les enfants dyslexiques réagissent de la même manière aux différents profils de sonorité. Globalement, la fonctionnalité de la grammaire phonologique et du marquage de sonorité semble relativement préservée, ce qui est cohérent avec différentes études (e.g., Berent et al., 2012, 2013, 2016 ; Maïonchi-Pino et al., 2013 ; Szenkovits et al., 2016) ainsi qu'avec nos hypothèses de départ.

De manière générale, nous pouvons constater que la segmentation était favorisée pour les PS illégaux - mal formés, puisque ces profils sont moins fréquents dans leur langue et deviennent plus faciles à discriminer. Au contraire, les enfants NL tout comme les enfants DYS étaient désavantagés pour différencier les PS bien formés, car ils peuvent être plus facilement identifiés à tort comme des mots français : leurs connaissances orthographiques et statistiques interfèrent dans le processus. Au fur et à mesure que le degré de marquage augmente, on passe

des PS à Forte Chute (e.g., *lb*), i.e., les groupes intervocaliques non marqués et les mieux formés, aux PS à Forte Hausse (e.g., *gm*), i.e., les groupes intervocaliques marqués et les plus mal formés. Ces modèles de réponse indiquent que la précision augmente automatiquement et progressivement lorsque les groupes C_1C_2 tendent vers un contact syllabique optimal (e.g., Gouskova, 2004 ; Vennemann, 1988).

En effet, il a été démontré que les enfants acquièrent une sensibilité précoce et constante aux marquages phonologiques liées à la sonorité (e.g., Berent et al., 2011 ; Gómez et al., 2014 ; Berent et al., 2012). Leur pattern de réponse indique que la segmentation des syllabes respecte le caractère bien formé et légal des clusters C_1C_2 en frontière syllabique. Nos résultats pour cette tâche de localisation syllabique ont montré que les participants étaient plus lents lorsqu'un pseudo-mot était segmenté juste après la première lettre (i.e., S1, V_1*$C_1C_2V_2C_3$) que lorsqu'il était segmenté entre la première et la deuxième consonne (i.e., S2, V_1C_1*$C_2V_2C_3$). Les enfants ont tiré profit du troisième type de segmentation (i.e., S3, $V_1C_1C_2$*V_2C_3), donnant des réponses plus rapides et plus précises que pour les segmentations S1 et S2. Ces résultats sont en accord avec notre hypothèse initiale et mettent en lumière la capacité des enfants dyslexiques à traiter syllabiquement, puis nous obtenons des différences de temps de réponse en fonction de la segmentation.

Il est intéressant de souligner une différence caractéristique et limitée aux profils forte et faible hausse en S1 (e.g., V_1*$C_1C_2V_2C_3$), alors que tous les autres profils suivent la sensibilité à l'optimalité des profils de sonorité. Ceci peut être expliqué par le fait que les PS Faible, et surtout, sur Forte Hausse sont considérés comme illégaux en frontière syllabique, mais légaux en attaque. Un profil Forte Hausse en S1 trouble les réponses des participants car nous faisions

l’hypothèse d’une confusion possible : ce profil, étant légal en attaque, pourrait potentiellement être un mot existant en français. Tout comme les normo-lecteurs, les enfants dyslexiques semblent perturbés. Ils semblent donc avoir cette sensibilité / capacité de dériver le profil de sonorité vers une attaque syllabique et donc de juger le PS Forte Hause comme étant légal. Par conséquent, les enfants rejettent plus lentement les pseudo-mots de ce profil tout simplement parce qu’ils sont plus facilement confondus avec de vrais mots. Ces résultats sont en accord avec le *Principe de satisfaction de l'Attaque Maximale* (e.g., Spencer, 1996). En effet, lorsque les C_1C_2 ne respectent pas le contact syllabique optimal, leurs stratégies de segmentation se conforment à des contraintes spécifiques à la langue qui peuvent être basées sur la sonorité, i.e., la maximisation des consonnes dans les clusters d'attaque dans les cas où les régularités phonologiques natives permettent les attaques de type C_1C_2 (e.g., Ettlinger et al., 2012 ; Kahn, 1976 ; Clements, 1990). En d'autres termes, cela implique l'utilisation de stratégies de segmentation de syllabes où un PS Forte Chute (e.g, *rg*) est considéré comme phonotactiquement illégal en attaque de mot avec, par conséquent, une segmentation se produisant entre C_1 et C2, tandis qu'un PS Forte Hausse (e.g., *dm*), considéré comme phonotactiquement légal en attaque de mot, avec une segmentation produite entre V et C_1, expliquant la lenteur des temps de réponse observés dans la condition S1 pour les PS les plus mal formés, illégaux.

Partie Expérimentale #2 :

Pression évaluative

Chapitre 3 : Tâche de Détection visuelle (avec et sans répétition subvocale)

La tâche de détection syllabique, utilisée dans de nombreuses études citées précédemment (e.g., Colé et al., 1999 ; Doignon-Camus & Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2010a) est une tâche de perception qui permet d'observer l'effet de la fréquence syllabique sur les participants. Grâce à cette tâche, nous souhaitons évaluer l'impact de la pression socio-évaluative induite par les consignes sur les performances de décodage de mots écrits des enfants dyslexiques. Puis, nous étudierons l'impact de la saturation de la boucle phonologique via la répétition subvocale sur ces performances de décodage de mots écrits.

3.1 Méthode

3.1.1 Participants

Cent-quatre-vingt-neuf enfants de langue maternelle française ont participé à cette étude. Nous avons recruté 63 enfants DYS dans des cabinets d'orthophonie sur la base d'un diagnostic complet de dyslexie développementale effectué au cours des 24 derniers mois. Aucun ne présentait de trouble neurologique, sensoriel ou psychologique, ni de trouble de déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H) comorbide. Les enfants DYS avaient bénéficié d'interventions hebdomadaires basées sur la lecture et la conscience phonologique depuis

moins de 24 mois. Les normo-lecteurs ont été recrutés dans 4 écoles primaires urbaines du Puy-de Dôme. Tous les enfants étaient issus d'une classe socio-économique moyenne supérieure. Soixante-trois NLAC et 63 NLAL ont été appariés aux DYS. Les enfants ont été soumis à un test de lecture de mots, le TIMÉ 2 (Écalle, 2003) ou le TIMÉ 3 (Écalle, 2006). Les tests TIMÉ 2 et TIMÉ 3 ont été utilisés pour s'assurer que les enfants ne présentaient pas de troubles de la lecture et avaient des profils adéquats selon l'âge de lecture. Les profils et les données descriptives sont présentés dans le Tableau 7. Aucun enfant ne pouvait participer sans que leurs parents / tuteurs aient complété et signé un formulaire de non-opposition détaillé. Cette étude a été approuvée par le Comité d'Ethique de la Recherche IRB-UCA.

Tableau 7.

Récapitulatif des profils des enfants atteints de dyslexie développementale (DYS), des enfants au développement typique appariés à l'âge chronologique (NLAC) et des enfants au développement typique appariés au niveau de lecture (NLAL).

	Groupe	***N* (G/F)**	**AC**	**AL**	**Différence**
	DYS	*35* (22/13)	126 (10,8)	98 (9)	-28 (3)
1ère partie	NLAC	*35* (17/18)	126 (10,6)	129 (12)	2,9 (4,9)
	NLAL	*35* (16/19)	96,2 (8,6)	97,8 (9,3)	2 (4,6)
	DYS	*28* (11/17)	127 (13)	100 (9,7)	-27 (11,8)
2ème partie	NLAC	*28* (14/14)	127 (12,4)	132 (10,7)	5 (11,6)
	NLAL	*28* (15/13)	98,2 (15,5)	99 (16,8)	-1,6 (2,8)

Notes. Les valeurs sont exprimées en mois ; entre parenthèses, les écart-types ; la 1ère partie équivaut à la tâche sans suppression articulatoire, la 2ème partie est avec la condition de suppression articulatoire.

3.1.2 Matériel

Nous avons sélectionné 80 mots bisyllabiques dans la base de données Manulex-infra (Peereman et al., 2007). Ces mots ont été choisi de par leur structure syllabique : syllabe initiale de type CV vs. CVC. Nous les avons également sélectionnés en fonction de la fréquence phonologique et de la fréquence orthographique des syllabes initiales. La fréquence lexicale a également été prise en compte. La liste des items utilisés et leurs caractéristiques sont représentées dans le Tableau 8.

Une syllabe CV était considérée comme fréquente phonologiquement lorsqu'elle dépassait les 850 occurrences par million d'occurrences alors qu'une syllabe CVC devait dépasser les 275 occurrences par million d'occurrences (Peereman et al., 2007). A l'inverse, elles étaient considérées comme peu fréquentes si elles ne dépassaient pas ce seuil.

Une syllabe CV était considérée comme fréquente orthographiquement lorsqu'elle dépassait les 3250 occurrences par million d'occurrences alors qu'une syllabe CVC devait dépasser les 500 occurrences par million d'occurrences (Peereman et al., 2007). A l'inverse, elles étaient considérées comme peu fréquentes si elles ne dépassaient pas ce seuil. Les fréquences phonologiques et orthographiques moyennes des syllabes initiales des mots utilisés sont présentées dans le Tableau 9.

Tableau 8.

Listes des items utilisés dans la tâche de détection de syllabe.

Structure syllabique	**CV**			
Fréquence **phonologique** de la syllabe initiale	+ 850	+850	-850	-850
Fréquence **orthographique** de la syllabe initiale	+3250	-3250	+3250	-3250
Mots	SALADE	BALEINE	SOLEIL	CURIEUX
	COLONNE	BALAI	SOLIDE	MURAILLE
	MORALE	FILET	VOLER	JARRET
	PAROLE	TARIF	VOLANT	LORRAIN
	CALICE	TAROT	VOLUME	GARAGE
	MARINE	CIRAGE	DORER	GORILLE
	MALADE	VALISE	DORURE	NARINE
	CAROTTE	FURET	TORRENT	PUREE
	POREUX	BARIL	SUREAU	CULOTTE
	PAREIL	TACLER	FORET	GARER
Structure syllabique	**CVC**			
Fréquence **phonologique** de la syllabe initiale	+275	+275	-275	-275
Fréquence **orthographique** de la syllabe initiale	+500	-500	+500	-500
Mots	PARTIR	MORCEAU	BALCON	VALSER
	CARTON	TARTINE	BALKAN	CULTURE
	PARLER	TARDER	SOLDAT	TORTUE
	GARCON	DORMIR	VOLCAN	CALCUL
	GARDER	DORSAL	VOLTIGE	NARGUER
	SURTOUT	JARDIN	FILMER	BARBARE
	MALGRE	MURMURE	VOLTAGE	TACTIQUE
	PORTER	CURSEUR	SOLFEGE	GORGEE
	FORGER	CIRCUIT	COLVERT	PURGER
	MARTEAU	LORGNER	SALSA	FURTIF

Note. Les fréquences sont indiquées en nombre moyen d'occurrences par million d'occurrences. Les mots en surbrillance sont fréquents lexicalement.

Tableau 9.

Fréquences phonologiques et orthographiques des items utilisés dans la tâche de détection de syllabe.

Structure syllabique	**CV**			
Fréquence **phonologique** de la syllabe initiale	+ 850	+850	-850	-850
Fréquence **orthographique** de la syllabe initiale	+3250	-3250	+3250	-3250
Fréquence phonologique moyenne	2892	1588	609	347
Ecart-type	1520	855	231	239
Fréquence orthographique moyenne	12454	2185	8302	1342
Ecart-type	4909	784	3636	745
Structure syllabique	**CVC**			
Fréquence **phonologique** de la syllabe initiale	+275	+275	-275	-275
Fréquence **orthographique** de la syllabe initiale	+500	-500	+500	-500
Fréquence phonologique moyenne	2221	397	193	91
Ecart-type	2286	149	57	85
Fréquence orthographique moyenne	2568	328	769	141
Ecart-type	2439	105	266	97

3.1.3 Dispositif expérimental et Procédure

3.1.3.1 Tâche de détection visuelle (1ère partie)

Cette tâche, créée avec E-Prime® 3 Professional (Schneider et al., 2019) était présentée sur des ordinateurs portables fonctionnant sous Windows® 10. Les enfants NL effectuaient la tâche par groupe de 3 à 4 dans une pièce de leur établissement scolaire. La consigne différait en fonction de la condition. Dans la condition évaluative, la consigne présentait chaque tâche comme des exercices évaluant leurs capacités de lecture et comme étant difficile (voir Annexe XX). L'examinateur indiquait aux enfants que ses performances seraient comparées à celles d'autres enfants, ayant ou non des difficultés en lecture. Dans la condition ludique, la tâche était présentée comme des jeux de lecture destinés à des enfants de l'école primaire qui doivent être pré-testés.

Après les consignes écrites et orales, chaque enfant réalisait d'abord la phase d'entraînement pour s'habituer aux touches de réponse. Durant cette phase, les participants dans la condition évaluative étaient informés sur leur performance grâce à un feedback : soit « Tu as oublié de répondre ! », soit « C'est juste ! Bravo ! », soit « C'est faux ! Tant pis ! ». Cette phase d'entraînement comportait 12 stimuli (12 amorces ; e.g., SAR + 12 mots débutant ou pas par l'amorce ; e.g., PARIER). Puis, suivait la phase expérimentale composée de 8 listes, chacune comportant 30 stimuli dont 20 mots débutant par l'amorce et 10 par une syllabe différente. Parmi les 20 pseudo-mots, 10 étaient en condition compatible et 10 étaient en condition incompatible (*N* = 240). Entre chaque liste expérimentale, une pause dont la durée était au choix de l'enfant était insérée. Après chaque pause, 13 stimuli de réadaptation,

sélectionnés aléatoirement dans une liste prédéfinie, débutaient chaque liste expérimentale afin de ne pas biaiser les réponses *(N* = 104*)*.

Sur un fond d'écran noir, un point de fixation (+) s'affichait 500 ms au centre de l'écran avant qu'une amorce n'apparaisse. Chaque amorce était une syllabe de 2 ou 3 lettres, présentée au centre de l'écran, en police Courier New, 18, blanc, en minuscules (0.82° degré d'angle visuel pour les syllabes CV et 1.14° d'angle visuel pour les syllabes CVC) et restait affiché pendant 1000 ms. Lorsque l'amorce disparaissait, un mot cible apparaissait. Ce mot était également présenté au centre de l'écran, en police Courier New, 18, blanc, en minuscules (2,05° à 3.28° degré d'angle visuel) et restait affiché pendant 5000 ms ou jusqu'à la réponse de l'enfant. Il a été choisi de différencier les polices (majuscule vs minuscule) pour limiter le traitement purement visuel et les effets de recouvrement. Les enfants avaient pour consigne de répondre le plus vite possible, en évitant les erreurs, et devaient indiquer si la syllabe apparaissait ou non au début du mot qui venait d'apparaitre. Ils pouvaient répondre grâce à la touche comportant une vignette rouge ou verte du clavier : la touche X avec une vignette rouge pour « non » et la touche N avec une vignette verte pour « oui ». Après la réponse de l'enfant, un ISI de 250 ms était inséré avant le début d'un nouvel essai. Nous avons mesuré les temps de réponse ainsi que la précision des réponses.

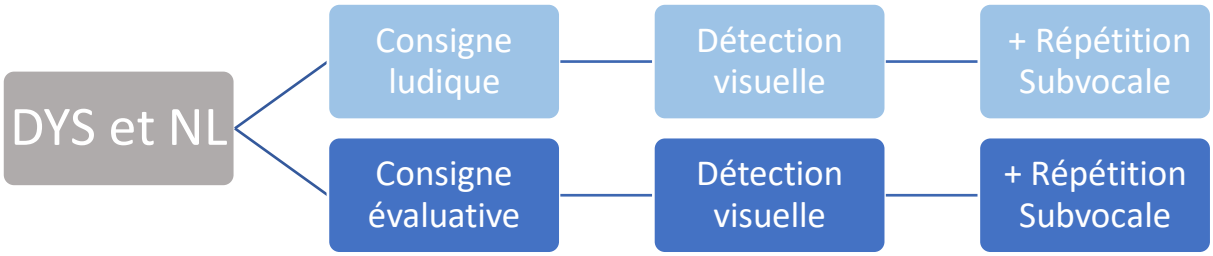
3.1.3.2 Tâche de détection visuelle avec suppression articulatoire (2ème partie)

Avant de commencer la deuxième partie de la tâche, les consignes ludiques ou évaluatives étaient rappelées aux enfants. Ils devaient à nouveau réaliser la tâche de détection visuelle, mais une contrainte était ajoutée : les enfants avaient pour consigne de répéter le mot

« trois » à haute voix et à intervalle régulier, et ce durant toute la réalisation de la tâche (voir Figure 33 pour le protocole). L'ajout de cette contrainte, coûteuse en MDT, avait pour objectif d'évaluer l'impact de la saturation de la boucle phonologique sur les performances. Afin d'instaurer un rythme régulier de répétition (i.e., un mot par seconde), des bips sonores (similaires à ceux d'un métronome) étaient produits par l'ordinateur avant de débuter la phase d'entrainement. Si besoin, l'expérimentateur répétait le mot « trois » avec les enfants durant la phase d'entrainement. Les deux tâches duraient environ 20 minutes (± 2) pour les NL et environ 30 minutes pour les DYS. Pour terminer, leurs impressions sur la tâche étaient recueillies (i.e., niveau de difficulté de la tâche, éventuel stress ressenti, contrainte ajoutée dans cette deuxième partie). Les enfants étaient ensuite remerciés pour leur participation.

Figure 33.

Protocole expérimentale pour la tâche de détection visuelle (condition ludique vs évaluative), et la répétition subvocale.



3.1.4 Hypothèses théoriques et opérationnelles.

Hypothèse 3.a. : Les DYS seront capables de réaliser un traitement syllabique dans un contexte ludique, mais seront significativement plus lents à répondre que les NL.

Hypothèse 3.b. : Nous pensons que les performances des DYS seront modulées par un effet de fréquence syllabique.

Hypothèse 3.c. : Nous attendons à ce qu'en contexte évaluatif, les performances des DYS chutent et qu'ils auront recours à un traitement phonémique alors que les résultats des NL ne seront pas ou alors très peu impactées.

Hypothèse 3.d. : Nous faisons l'hypothèse que la surcharge de la boucle phonologique entrainera une chute des performances chez les DYS et aura un effet moindre chez les NL, le traitement syllabique étant déjà automatisé.

Hypothèse 3.e : Nous nous attendons à ce que les performances les plus faibles soient obtenues en contexte d'évaluation, avec suppression de la répétition subvocale pour tous les participants.

3.2 Résultats

3.2.1 Tâche de détection visuelle (1ère partie)

Nous avons mené une ANOVA à mesures répétées sur les temps de réponse (TRs) et sur le pourcentage de réponses correctes. Cette étude était composée de 5 facteurs intra-sujets, i.e., la CIBLE à deux modalités (structure CV vs. CVC), le MOT à deux modalités (structure CV vs. CVC), la FRÉQUENCE PHONO à deux modalités (basse vs. élevée), la FRÉQUENCE ORTHOGRAPHIQUE à deux modalités (basse vs. élevée), le CONTEXTE à deux modalités (ludique vs. évaluatif) ainsi qu'un facteur inter-sujets, le GROUPE à trois modalités (DYS vs. NLAC vs. NLAL).

Nous avons standardisé les TRs selon une double procédure. Pour chaque enfant, les TRs extrêmes (i.e., ≥ 4000 ms et ≤ 400 ms) n'ont pas été pris en compte, car considérés comme aberrants pour illustrer les processus cognitifs d'intérêt. De plus, nous avons remplacé les TRs s'éloignant de ± 2 écarts-types par la moyenne de chaque enfant dans chaque condition.

3.2.1.1 Analyses générales

En ce qui concerne les taux de bonnes réponses, nous avons constaté une différence significative en fonction du CONTEXTE, $F(1, 102) = 385{,}87$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.066$. Les participants faisaient en moyenne plus d'erreurs en condition évaluative qu'en condition ludique (respectivement, *M* = 86 % ; *ET* = 0,207 et *M* = 92 % ; *ET* = 0,256).

Toujours concernant les pourcentages de bonnes réponses, un effet principal du GROUPE doit être souligné $F(1, 102) = 268$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.124$. Les DYS ont fait significativement plus d'erreurs (*M* = 85,6 % ; *ET* = 0,306) que les NLAC, mais ne diffèrent pas significativement des NLAL (*M* = 86,6 % ; *ET* = 0,306). Les NLAC ont le pourcentage de bonnes réponses le plus élevé (*M* = 94,8 % ; *ET* = 0,306).

Des effets significatifs sur les TRs ont aussi été trouvé pour les facteurs CONTEXTE et GROUPE avec $F(1, 102) = 20{,}35$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.047$ et $F(2, 102) = 35{,}6$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.203$, respectivement. Les analyses post-hoc réalisées à partir d'un LSD de Fisher, avec corrections de Bonferroni du niveau alpha pour la significativité du $p = .01$, indiquent que les enfants DYS ont répondu significativement plus lentement (*M* = 1274 ms ; *ET* = 26,2) que les enfants NLAC ($p < .001$, *M* = 962 ms ; *ET* = 26,2) et que les NLAL ($p < .001$, *M* = 1106 ms ; *ET* = 26,2). Ces tests indiquent également que les TRs sont plus longs pour tous les groupes

dans le contexte évaluatif (*M* = 1175 ms ; *ET* = 23,1) que dans le contexte ludique (*M* = 1053 ms ; *ET* = 17).

Nous avons observé des effets principaux de la FRÉQUENCE PHONO et ORTHO des syllabes cibles (respectivement, $F(1, 102) = 172{,}16$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.006$; $F(1, 102) = 107{,}46$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.003$). Cela signifie qu'une syllabe fréquente phonologiquement et orthographiquement est plus rapidement et plus précisément détectée, pour tous les groupes (PHO +, *M* = 1092 ms ; *ET* = 15,2 ; PHO -, *M* = 1137 ms ; *ET* = 15,2 et ORTHO +, *M* = 1098 ms ; *ET* = 14,9 ; ORTHO -, *M* = 1130 ms ; *ET* = 15,5).

Nous allons maintenant décrire les résultats plus en détails, en fonction des différentes populations.

3.2.1.2 Résultats obtenus chez les DYS

Tout d'abord, des effets de la FRÉQUENCE PHONO ont été observé, $F(1, 34) = 24{,}90$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.004$ et indiquent que les DYS ont répondu plus rapidement pour des syllabes à haute fréquence phonologique que pour des syllabes à basse fréquence phonologique (respectivement, *M* = 1254 ms ; *M* = 1293 ms ; *ET* = 28,7).

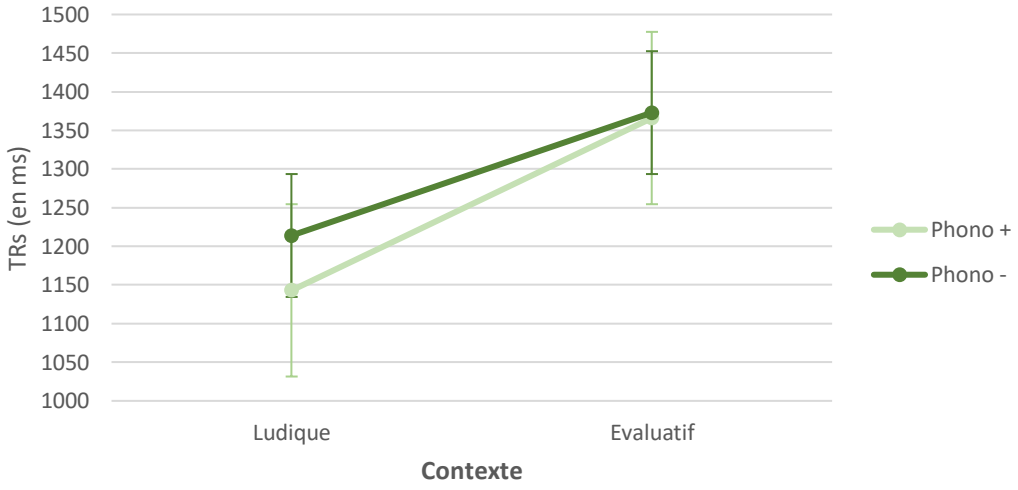
Nous observons aussi un effet principal du CONTEXTE, $F(1, 34) = 10{,}12$, $p = .003$, $\eta^2_p = 0.229$. Les enfants DYS étaient considérablement plus lents à répondre en condition évaluative (*M* = 1369 ms ; *ET* = 51,6) qu'en condition ludique (*M* = 1178 ms ; *ET* = 25,8).

Un effet d'interaction FRÉQUENCE PHONO × CONTEXTE a également été observé au sein du groupe DYS, $F(1, 34) = 35{,}73$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.003$. Le test post-hoc LSD de Fisher, avec correction de Bonferroni révèle que presque toutes les différences sont significatives ; les

TRs enregistrés chez les DYS pour les syllabes fréquentes sont plus courts dans la condition ludique que dans la condition évaluative ($p < .001$, respectivement M = 1143 ms ; M = 1366 ms ; ET = 26,6) comme pour les syllabes peu fréquentes phonologiquement (p = .013, respectivement M = 1214 ms ; M = 1373 ms ; ET = 25,9). En condition ludique, les DYS répondent plus rapidement lorsque les syllabes sont phonologiquement fréquentes (M = 1143 ms) que pour des syllabes à fréquence phonologique basse (p = .03, M = 1214 ms). Les DYS effectuent donc un traitement syllabique en condition ludique pour des syllabes fréquentes alors que pour des syllabes peu fréquentes, leur temps de traitement est plus long (voir Figure 34).

Figure 34.

Temps de réponse moyen (en ms) chez les DYS en fonction de la FRÉQUENCE PHONO de la syllabe et du CONTEXTE.



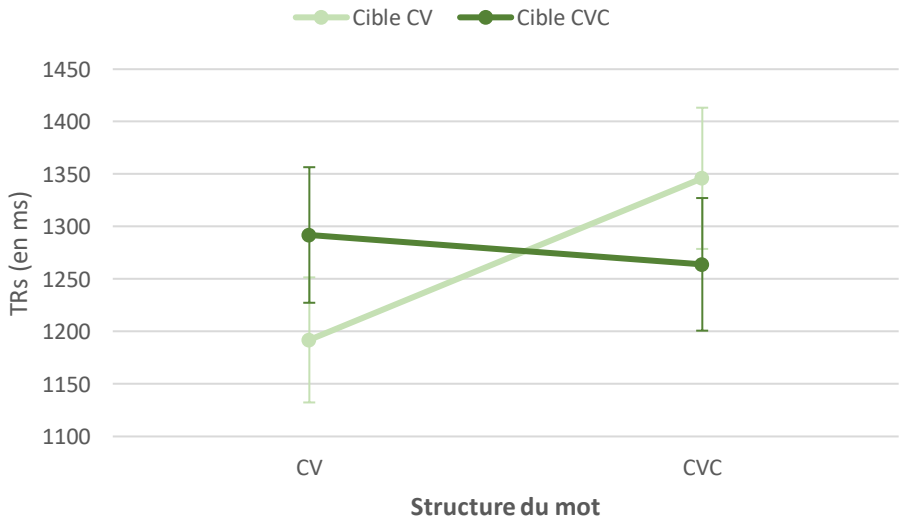
Ensuite, les analyses ont mis en évidence des effets significatifs de la CIBLE pour le groupe DYS, $F(1, 34) = 23{,}30$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.473$. En effet, les TRs enregistrés pour les DYS

sont plus courts pour les syllabes de type CV (*M* = 1334 ms ; *ET* = 22,5) que pour les syllabes de type CVC (*M* = 1414 ms ; *ET* = 22,5).

Une interaction CIBLE × MOT significative, $F(1, 34) = 25{,}73$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.034$ a été observée. Les analyses post-hoc réalisées avec le LSD de Fisher, avec une correction de Bonferroni montrent que, pour les DYS, les TRs enregistrés sont plus courts pour les syllabes (CIBLE) de type CV lorsque la première syllabe du MOT a une structure CV que lorsque le mot a une structure CVC ($p < .001$, respectivement *M* = 1192 ms ; *M* = 1292 ms ; *ET*= 26,5). Les TRs sont plus courts pour les syllabes de type CVC lorsque la première syllabe du MOT est de type CV que lorsque la première syllabe du MOT est de type CVC ($p < .001$, respectivement *M* = 1264 ms ; *M* = 1346 ms ; *ET* = 26,5). Cette interaction met en lumière un effet de compatibilité syllabique, pour les syllabes CV uniquement (voir Figure 35).

Figure 35.

Temps de réponse moyen (en ms) chez les DYS en fonction de la structure de la CIBLE (CV vs CVC) et de la structure de la première syllabe du MOT (CV vs CVC).



3.2.1.3 Résultats obtenus chez Normo-Lecteurs (NLAC et NLAL)

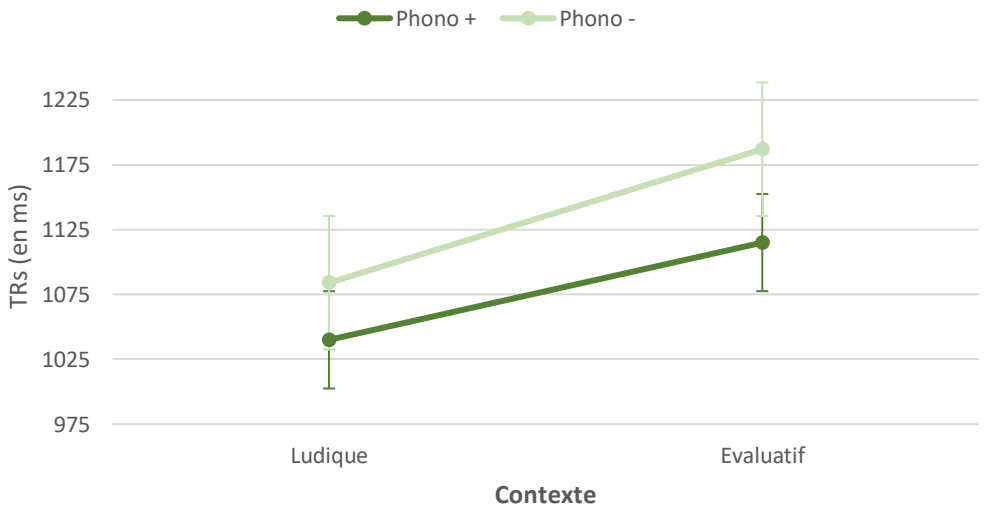
Pour commencer, les analyses mettent en lumière des effets significatifs de la FRÉQUENCE PHONO chez les NLAC, $F(1, 34) = 58{,}26$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.010$ et chez les NLAL, $F(1, 34) = 166{,}64$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.013$. Nous retrouvons le même pattern de réponses que chez les DYS puisqu'ils ont répondu plus rapidement pour les syllabes à fréquence phonologique haute (NLAC, *M* = 943 ms ; *ET* = 19,6 et NLAL, *M* = 1077 ms ; *ET* = 29,5) que pour les syllabes à fréquence phonologique basse (NLAC, *M* = 981 ms ; *ET* = 21,7 et NLAL, *M* = 1135 ms ; *ET* = 29,8).

Même chose pour la FRÉQUENCE ORTHO chez les NLAC, $F(1, 34) = 53.10$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.011$ et chez les NLAL, $F(1, 34) = 18{,}05$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.002$, où ils ont répondu plus rapidement pour les syllabes à fréquence orthographique élevée (NLAC, *M* = 942 ms ; *ET* = 18,8 et NLAL, *M* = 1097 ms ; *ET* = 29,5) que pour les syllabes à fréquence orthographique basse (NLAC, *M* = 982 ms ; *ET* = 22,4 et NLAL, *M* = 1116 ms ; *ET* = 29,9).

Une interaction FRÉQUENCE PHONO × CONTEXTE significative est retrouvée, seulement chez les NLAL, $F(1, 34) = 7{,}88$, $p = 0.008$, $\eta^2_p = 0.001$. Les analyses post-hoc montrent que tout comme chez les DYS, les NLAL ont détecté les syllabes fréquentes phonologiquement plus rapidement dans la condition ludique (*M* = 1040 ms ; *ET* = 34,5) que les syllabes peu fréquentes phonologiquement ($p < .001$, *M* = 1084 ms ; *ET* = 34,4). C'est également le cas dans la condition évaluative, avec des TRs encore plus courts et une différence de temps plus prononcée ($p < .001$, PHO +, *M* = 1115 ms ; *ET* = 39,9 et PHO -, *M* = 1187 ms ; *ET* = 41,1). Voir la Figure 36 pour l'illustration.

Figure 36.

Temps de réponse moyen (en ms) chez les NLAL en fonction du CONTEXTE et de la FRÉQUENCE PHONO.

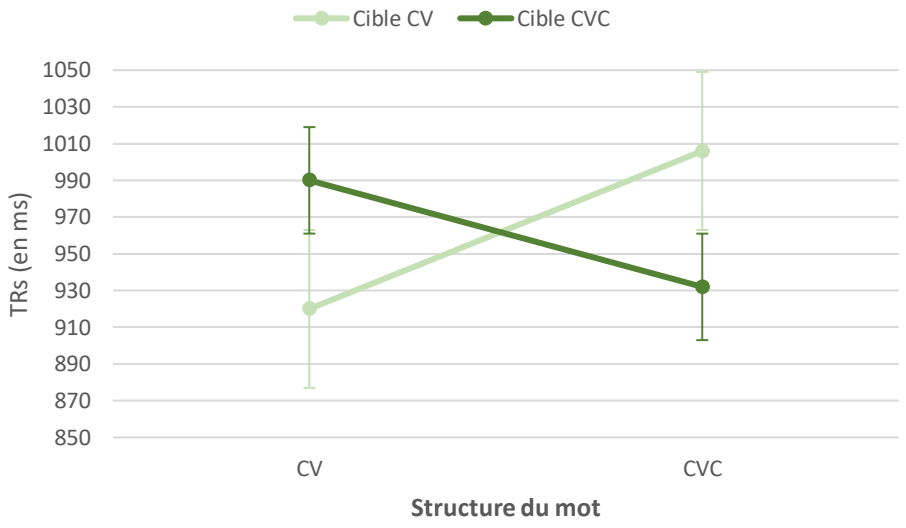


Enfin, les analyses ont souligné d'autres effets d'interaction, notamment l'interaction CIBLE × MOT, chez les NLAC, $F(1, 34) = 26{,}61$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.037$, et chez les NLAL, $F(1, 34) = 3{,}89$, $p = .011$, $\eta^2_p = 0.004$. Les analyses post-hoc montrent que comme les DYS, les TRs des NLAC et NLAL sont significativement plus courts lorsque la CIBLE est de type CV et la première syllabe du mot est de type CV également. Un effet de comptabilité syllabique est observé pour les cibles CV et les cibles CVC puisque les TRs sont plus courts pour les items avec compatibilité syllabique (CIBLE CV - MOT CV, chez les NLAC : *M* = 920 ; *ET* = 23,1 et chez les NLAL, *M* =1087 ; *ET* = 29,6 ou CIBLE CVC - MOT CVC, chez les NLAC : *M* = 932 ; *ET* = 22 et chez les NLAL, *M* = 1101 ; *ET* = 30,4) que pour les items sans congruence syllabique (CIBLE CV - MOT CVC, chez les NLAC : *M* =990 ; *ET* = 22,2 et chez les NLAL, *M* = 1108 ; *ET* = 32 ou CIBLE CVC – MOT CV, chez les NLAC : *M* = 1006 ; *ET* = 19,3 et

chez les NLAL, *M* = 1130 ; *ET* = 30,2). Nous avons représenté les résultats des NLAC en Figure 37.

Figure 37.

Temps de réponse moyen (en ms) chez les NLAC en fonction de la structure de la CIBLE et de la structure de la première syllabe du MOT.



3.2.2 Tâche de détection visuelle avec et sans répétition subvocale (2ème partie)

Une ANOVA à mesures répétées a été menée sur les temps de réponse (TRs) et sur le pourcentage de réponses correctes. Cette étude était composée de 4 facteurs intra-sujets, i.e., la CIBLE à deux modalités (structure CV vs. CVC), le MOT à deux modalités (structure CV vs. CVC), la FRÉQUENCE PHONOLOGIQUE à deux modalités (basse vs. élévée), la RÉPÉTITION à deux modalités (sans vs. avec répétition subvocale), ainsi que de 2 facteurs inter-sujets : le CONTEXTE à deux modalités (ludique vs. évaluatif) et le GROUPE à trois

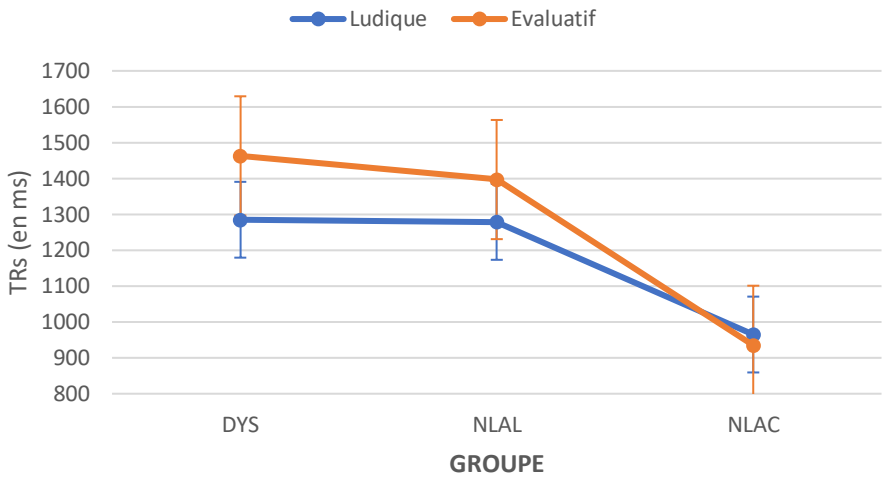
modalités (DYS vs. NLAC vs. NLAL). Concernant le pourcentage de bonnes réponses, aucun résultat n'était significatif ou exploitable sur les interactions multiples. Les analyses présentées ci-dessous sont focalisées uniquement sur les TRs.

Les résultats mettent en évidence des effets principaux significatifs du CONTEXTE et du GROUPE, avec $F(1, 78) = 7{,}01$, $p = .01$, $\eta^2_p = 0.082$ et $F(2, 78) = 80{,}43$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.673$, respectivement. Plus précisément, les analyses post-hoc réalisées à partir d'un LSD de Fisher, avec corrections de Bonferroni du niveau alpha pour la significativité du $p = .01$, indiquent que les enfants DYS ont répondu significativement plus lentement ($M = 1374$ ms ; $ET = 25{,}8$) que les enfants NLAC ($p < .001$, $M = 950$ ms ; $ET = 25{,}8$). Comme attendu, les différences entre DYS et NLAL ($M = 1323$ ms ; $ET = 25{,}8$) ne sont pas significatives. Ces tests indiquent également que les TRs sont plus longs pour tous les groupes dans le contexte évaluatif ($M = 1255$ ms ; $ET = 21{,}1$) que dans le contexte ludique ($M = 1176$ ms ; $ET = 21{,}1$), $p = .01$.

Dans cette deuxième partie d'étude, un effet d'interaction GROUPE × CONTEXTE, $F(2, 78) = 4{,}10$, $p = .02$, $\eta^2_p = 0.095$, a été mis en évidence par l'ANOVA (voir Figure 38). Le test post-hoc du LSD de Fisher, avec correction de Bonferroni du niveau alpha pour la significativité du $p = .02$, indique que les enfants DYS ont été plus rapides à traiter les syllabes dans le contexte ludique ($M = 1285$ ms ; $ET = 26{,}5$) que dans le contexte évaluatif ($p = .014$, $M = 1463$ ms ; $ET = 36{,}5$). Le contexte n'a pas eu d'effet sur les TRs des enfants NL.

Figure 38.

Temps de réponse moyen (en ms) en fonction du GROUPE et du CONTEXE.



L'analyse ANOVA a également mis en évidence un effet significatif du facteur RÉPÉTITION, $F(1, 78) = 12{,}62$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.139$. Sans suppression articulatoire, le TR moyen est de 1170 ms (*ET* = 17,9) alors qu'avec suppression, il atteint 1261 ms (*ET* = 21,2). Plus concrètement, lorsque les enfants devaient répéter le mot « trois » en effectuant la tâche, leurs temps de réponse étaient plus longs, comparément à la situation de non-suppression.

Des effets de la FRÉQUENCE PHONO ont été observé, $F(1, 26) = 4{,}87$, $p = .036$, $\eta^2_p = 0.158$ et indiquent que les DYS ont répondu plus rapidement pour des syllabes à haute fréquence phonologique que pour des syllabes à basse fréquence phonologique (respectivement *M* = 1360 ms ; *M* = 1388 ms ; *ET* = 21,8).

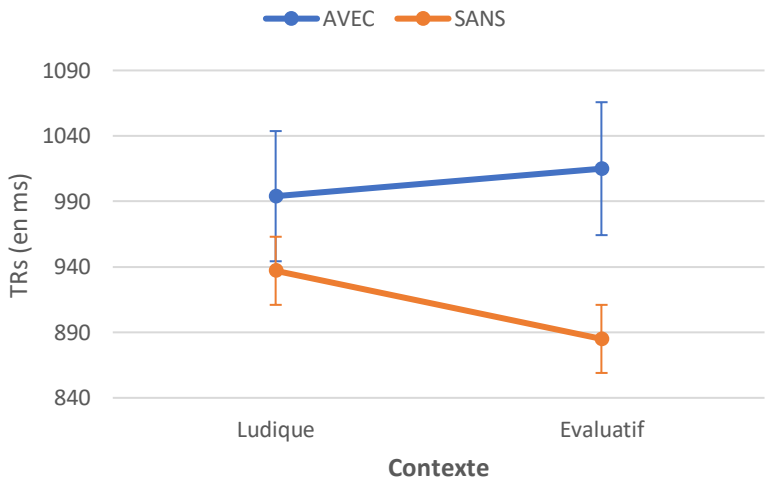
De nombreux effets et interactions ont été mis en évidence à la suite des analyses statistiques chez les normo-lecteurs de même âge chronologique (NLAC) et de même âge lexique (NLAL) que les participants DYS.

Les analyses ont montré des effets significatifs de la RÉPÉTITION chez les NLAC seulement, $F(1, 26) = 20{,}49$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.441$. Les NLAC ont donc traité plus lentement les items en situation de saturation de boucle phonologique puisque les TRs enregistrés étaient plus courts SANS RÉPÉTITION (*M* = 896 ms ; *ET* = 18,2) qu'AVEC RÉPÉTITION (*M* = 1004 ms ; *ET* = 18,2).

Un effet d'interaction RÉPÉTITION × CONTEXTE est observé, seulement chez les NLAC, $F(1, 26) = 20{,}49$, $p = .042$, $\eta^2_p = 0.150$ (voir Figure 39). Les analyses post-hoc montrent qu'en contexte évaluatif, les TRs sont significativement plus longs AVEC RÉPÉTITION que SANS RÉPÉTITION ($p < .001$, respectivement *M* = 855 ms ; *M* = 1015 ms ; *ET* = 25,7), alors qu'en contexte ludique, l'écart de temps de réponse AVEC et SANS RÉPÉTITION est plus faible et non-significatif ($p = .624$, respectivement *M* = 937 ms ; *M* = 994 ms ; *ET* = 25,7).

Figure 39.

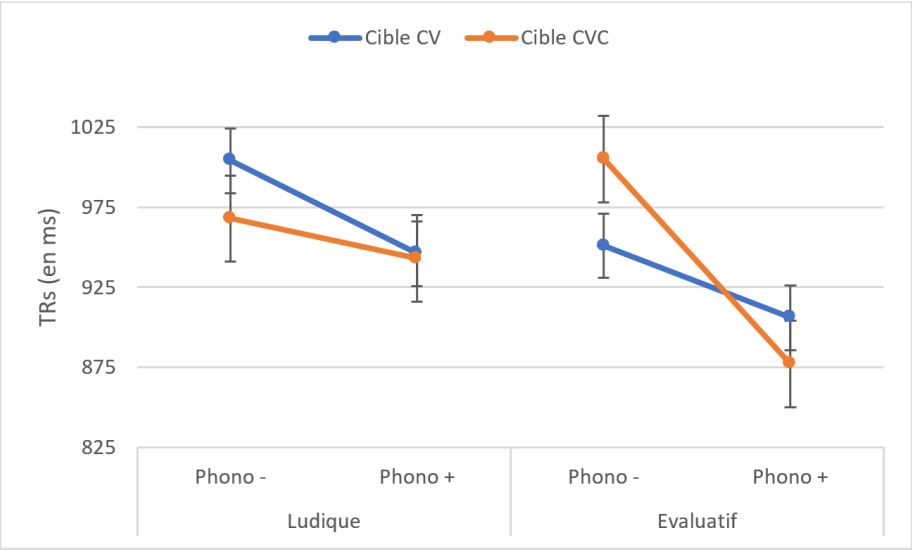
Temps de réponse moyen (en ms) chez les NLAC en fonction du CONTEXTE et de la saturation de la boucle phonologique par RÉPÉTITION du mot « trois ».



Nous avons aussi constaté un effet d'interaction CIBLE × FRÉQUENCE PHONO × CONTEXTE, significatif chez les NLAC, $F(1, 26) = 21{,}78$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.456$ (voir Figure 40)

Figure 40.

Temps de réponse moyen (en ms) des NLAC en fonction de la CIBLE, de la FRÉQUENCE PHONO et du CONTEXTE.



De plus, les analyses révèlent une interaction RÉPÉTITION × FRÉQUENCE PHONO × CONTEXTE significative pour les NLAC, $F(1, 26) = 12{,}33$, $p = .002$, $\eta^2_p = 0.322$. Le test post-hoc nous permet de différencier les résultats des deux conditions au sein du groupe NLAC.

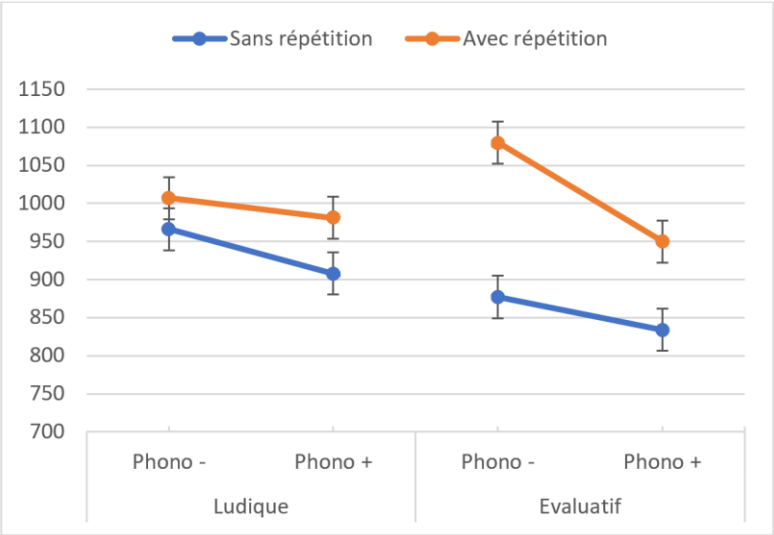
Dans la condition ludique, une interaction FRÉQUENCE PHONO × RÉPÉTITION significative est observée. Les NLAC ont des TRs plus courts lorsque leur boucle phonologique n'est pas saturée et pour des syllabes à haute fréquence phonologique (M = 908 ms ; ET = 27,1). Leurs TRs sont légèrement plus longs (différence non significative) lorsque la fréquence

phonologique est plus faible et sans répétition requise (p = .069, M = 966 ms ; ET = 27,1). Leurs TRs s'allongent légèrement lorsqu'une répétition est demandée pour des syllabes fréquentes phonologiquement (M = 908 ms ; ET = 27,1). Et enfin, lorsqu'une répétition du mot « trois » est demandée et que les syllabes sont peu fréquentes phonologiquement, les NLAC mettent davantage de temps pour répondre (M = 1007 ms ; ET = 27,1).

Dans la condition évaluative, les NLAC ont des TRs plus courts qu'en condition ludique lorsque leur boucle phonologique n'est pas saturée, que la fréquence phonologique de la syllabe soit forte ou faible (respectivement M = 834 ms ; M = 877 ms ; ET = 27,1, sans différence significative). Au contraire, lorsqu'une répétition subvocale leur est demandée, leurs TRs s'allongent ils mettent plus de temps à répondre (PHO-, M = 1080 ms ; PHO-, M = 950 ms ; ET = 27,1). Tous ces résultats sont repris dans la Figure 41.

Figure 41.

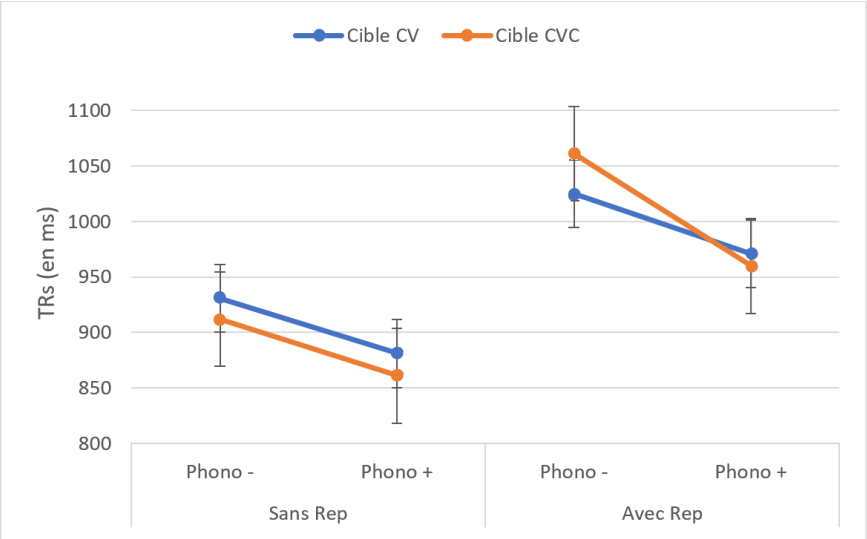
Temps moyen de réponse (en ms) des NLAC en fonction du CONTEXTE, de la FRÉQUENCE PHONO et de la RÉPÉTITION.



Nous avons constaté une interaction CIBLE × FRÉQUENCE PHONO × RÉPÉTITION, aussi significatif chez les NLAC seulement, $F(1, 26) = 6{,}11$, $p = 0.020$, $\eta^2_p = 0.190$ (voir Figure 42).

Figure 42.

Temps de réponse moyen (en ms) des NLAC en fonction de la CIBLE, de la FRÉQUENCE PHONO et de la RÉPÉTITION.



Suite à ces derniers résultats, nous pouvons constater que la suppression de la stratégie de répétition subvocale provoque un très fort ralentissement chez les NLAC alors qu'aucun effet significatif n'a été retrouvé chez les participants DYS ou NLAL. De plus, lorsqu'une répétition subvocale est demandée aux NLAC, on observe un effet délétère du contexte évaluatif qui était inexistant sans répétition requise. Des effets de la fréquence et de la structure syllabique sont également observés en fonction de la répétition.

3.3 Discussion

Les principaux objectifs de cette étude étaient dans un premier temps, d'observer l'impact de la pression socio-évaluative sur les habiletés phonologiques des enfants dyslexiques puis dans un second temps, d'évaluer l'importance de la stratégie de répétition subvocale dans le traitement du langage écrit chez les dyslexiques d'un côté et chez les normo-lecteurs de l'autre. Plus précisément, nous voulions démontrer que les enfants dyslexiques sont capables d'effectuer un traitement syllabique pour lire dans un contexte qui n'induit pas de pression socio-évaluative (i.e., condition ludique), illustrant des représentations phonologiques globalement préservées. En revanche, nous avons supposé que le contexte évaluatif intensifierait les difficultés phonologiques des personnes dyslexiques. En effet, nous pensions observer des difficultés accrues à l'accès aux représentations phonologiques en condition évaluative.

Deuxièmement, nous pensions que la saturation de la boucle phonologique de la MDT, provoquée par la répétition d'un mot pendant la tâche, aurait un impact délétère sur les performances des enfants dyslexiques (i.e., chute des performances en condition avec répétition vs. sans répétition). Cependant, nous nous attendions à ce que l'effet de la répétition soit moindre chez les enfants normo-lecteurs.

Si les compétences syllabiques des dyslexiques étaient modulées en fonction de la condition de passation (ludique ou évaluative) et de la saturation de la boucle phonologique (avec ou sans répétition), nos résultats encourageraient la théorie d'un déficit d'accès aux représentations phonologiques au sein de la dyslexie. La pression socio-évaluative et la

suppression de la stratégie de répétition subvocale seraient des modulateurs du déficit phonologique, ce dernier s'aggravant en condition évaluative et en situation de double tâche (e.g., répétition d'un mot). Pour cela, nous avons utilisé une tâche de détection syllabique inspirée du paradigme de Colé et al. (1999).

Les premiers résultats de notre étude ont mis en évidence un effet principal du groupe pour les temps de réponse ainsi que pour les pourcentages de bonnes réponses (seulement entre DYS et NLAC). Ces résultats prouvent que les enfants dyslexiques ont les mêmes capacités que les normo-lecteurs à percevoir et traiter les syllabes, et surtout, à effectuer une tâche de détection lexicale. Ils ont cependant besoin de plus de temps, d'où leurs temps de réponse plus lents.

Les résultats obtenus dans la condition ludique sans répétition démontrent un effet de compatibilité syllabique chez les enfants dyslexiques ont plus rapidement traité les syllabes CV lorsqu'elles précédaient un mot CV (i.e., de même structure) plutôt qu'un mot CVC. Ceci illustre un effet de compatibilité syllabique dans lequel la présentation d'une cible ayant la même structure que la syllabe initiale du mot à analyser favorise la lecture de ce dernier. Ici, nous n'observons cet effet de facilitation que pour les syllabes de type CV : pour les syllabes CVC, les DYS ont répondu aussi rapidement pour les mots CV et CVC. Ces résultats montrent que les enfants dyslexiques sont sensibles à la longueur de la syllabe et n'ont pas traité syllabiquement les syllabes CVC. Chez les enfants normo-lecteurs, cet effet de compatibilité syllabique est retrouvé pour les deux types de structure syllabique (i.e., CV et CVC). Ces données valident l'hypothèse selon laquelle les enfants dyslexiques sont capables d'effectuer un traitement syllabique tout comme les normo-lecteurs, mais ce traitement se limite aux

syllabes CV, comme observé dans certains travaux (e.g., Chetail & Mathey, 2013 ; Doignon-Camus & Zagar, 2014). L'effet de la structure syllabique observé chez les enfants dyslexiques pourrait s'expliquer par des représentations phonologiques sous-spécifiées en MLT puisque le traitement syllabique est effectué seulement pour les syllabes CV. D'après Chetail et Mathey (2008), les unités syllabiques ayant une correspondance orthographique peu fréquente (e.g., syllabe CVC) seraient faiblement activées au niveau phonologique, puisque les connexions seraient mal consolidées entre les lettres et les unités phonologiques correspondantes.

Ensuite, nous observons un effet facilitateur de la fréquence phonologique des syllabes chez les normo-lecteurs ainsi que les dyslexiques. Tous les participants ont été plus lents à répondre pour des syllabes peu fréquentes phonologiquement que pour des syllabes fréquentes. Les dyslexiques (Maïonchi-Pino et al., 2010b), tout comme les normo-lecteurs utilisent les informations phonologiques stockées en mémoire à long terme pour analyser les mots écrits (e.g., Doignon & Zagar, 2006 ; Maïonchi-Pino et al., 2010a ; Chetail & Mathey, 2013). Aussi, nous retrouvons cet effet principal du groupe sur les temps de réponse, soulignant la lenteur des enfants dyslexiques. Ces derniers possèderaient donc des compétences de traitement syllabique modulées par un effet de fréquence phonologique (Maïonchi-Pino et al., 2010b), en plus de la structure orthographique de la syllabe (Doignon-Camus et al., 2013), mais ces traitements sont ralentis par rapport aux enfants NLAC. Les DYS utilisent à la fois d'informations orthographiques mais aussi phonologiques pendant la lecture, tout comme les enfants normo-lecteurs (e.g., Doignon-Camus et al., 2013 ; Chetail & Mathey, 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2010a, 2010b ; Doignon & ; Zagar, 2006). La syllabe semble donc être une unité pertinente et important pour la lecture chez les enfants normo-lecteurs mais aussi

chez les dyslexiques dans un contexte non-évaluatif, malgré des temps de traitement et de réponse plus longs. D'ailleurs, ce retard de traitement est fréquemment observé chez les DYS et concorde avec de nombreux travaux (e.g., Snowling, 2001 ; Lyon et al., 2003 ; Maïonchi-Pino et al., 2019).

Dans un contexte évaluatif, les performances des DYS ont chuté et leur pattern de réponse se sont modifiés. Contrairement aux résultats dans la condition ludique, les enfants dyslexiques ont répondu aussi lentement pour des syllabes fréquentes phonologiquement que peu fréquentes phonologiquement, annulant les effets modulateurs de la fréquence phonologique, et l'effet de compatibilité syllabique a disparu. Sous pression évaluative, les dyslexiques auraient recours à des stratégies de traitement phonologique plus simples mais moins efficaces. Ainsi, ils reviendraient à un traitement lettre à lettre par CGP, comme celui utilise par des lecteurs débutants sur des syllabes peu fréquentes (Maïonchi-Pino et al., 2010a). Par contre, l'effet de fréquence phonologique a été de nouveau observé chez les enfants normo-lecteurs (i.e., TRs plus courts pour les syllabes fréquentes que pour les syllabes peu fréquentes phonologiquement). Ces résultats coïncident avec l'hypothèse de déficit d'accès aux représentations phonologiques relativement préservées, plus spécifiquement lié à un déficit de MDT (e.g., Belletier et al., 2015 ; 2019 ; Briscoe et al., 2009 ; Knoop-van Campen et al., 2018 ; Melby-Lervåg et al., 2012 ; Wood et al., 2016)

De plus, l'effet de la pression sur les performances pourrait être amplifié par un second type de pression socio-évaluative : la menace du stéréotype. La consigne évaluative de notre tâche a probablement activé cette crainte de confirmer un stéréotype (e.g., Berjot et al., 2014 ; Mazerolle et al., 2012) et cette anxiété va provoquer des pensées intrusives négatives et de

ruminations (e.g., Schmader et al., 2008 ; Ambady et al., 2001). Les dyslexiques présentent une estime de soi plus faible et sont d'autant plus sensibles à l'anxiété de performance dans les tâches scolaires (Novita, 2016). Parce que ces pensées intrusives sont présentes, une partie des ressources limitées de la MDT va être consommée, réduisant la réserve de ressources disponibles (DeCaro et al., 2011 ; Ramus & Szenkovits, 2008). Notre tâche reflèterait donc cette incapacité des DYS à solliciter leur MDT pour traiter des syllabes en situation de pression évaluative. Les NL eux n'ont pas été perturbés par cette pression et ont pu mettre en place un traitement syllabique que le contexte soit évaluatif ou non.

A l'inverse de nos hypothèses de départ, nous observons un effet principal de la répétition chez les NL mais aucun effet significatif n'a été retrouvé chez les DYS. La répétition du mot « trois » durant la passation a provoqué une baisse des performances chez les NL (Belletier & Camos, 2018). La répétition subvocale permet le maintien temporaire des informations phonologiques dans la boucle phonologique de la MDT (e.g., Baddeley, 1986 ; 2003 ; Barrouillet et al., 2004), et la suppression de cette stratégie a rendu difficile le traitement des syllabes et des mots chez les NL. Ces résultats prouvent que dans ce type de tâches, les enfants normo-lecteurs se servent de la répétition subvocale comme mécanisme de rétention d'informations phonologiques à court terme, mécanisme très peu coûteux en ressources attentionnelles (Barrouillet et al., 2004). Mais, privés du mécanisme de répétition subvocale, les NL repassent sur un second mécanisme : le rafraichissement attentionnel (mécanisme très coûteux sur le plan attentionnel). Néanmoins, les résultats des NL restent meilleurs que ceux des DYS car à l'inverse des enfants présentant un trouble de la lecture, ils ne sont pas sensibles à la menace du stéréotype dans ce type de tâche (e.g., Berjot et al., 2014 ; Lisle & Wade, 2014).

Concernant l'absence d'impact de la répétition sur les performances des DYS, nous pourrions l'interpréter par la non-utilisation du mécanisme de rétention subvocale pour le maintien à court terme d'informations phonologiques. Nous pourrions penser que les DYS auraient davantage recours au mécanisme très coûteux de rafraichissement attentionnel, expliquant pourquoi leurs performances s'effondrent en contexte évaluatif. Par conséquent, la suppression de la stratégie de répétition subvocale durant la passation n'aurait pas eu d'impact sur les enfants dyslexiques car ce mécanisme serait sous-développé et / ou requerrait un traitement trop coûteux pour ces derniers. En effet, la répétition subvocale demande la mobilisation de représentations articulatoires et phonologiques, déficitaires chez les DYS (e.g., Martinez Perez et al., 2012 ; Knoop-van Campen et al., 2018).

Troisième Partie :

Discussion générale

Discussion Générale

L'objectif principal de cette thèse visait à caractériser les difficultés en lecture des enfants dyslexiques développementaux de langue maternelle française. Pour savoir si les difficultés en lecture des enfants dyslexiques résultaient uniquement de représentations phonologiques dégradées ou d'un accès perturbé à ces représentations, que le contexte d'évaluation pourrait amplifier ou moduler, nous avons envisagé deux opérations de recherche complémentaires : dans un premier temps, explorer l'hypothèse prédominante de représentations phonologiques imparfaites, voire dégradées par l'évaluation de la sensibilité des enfants dyslexiques aux propriétés phonologiques universelles ; dans un second temps, relativiser cette hypothèse en identifiant le poids des contraintes liées au contexte d'évaluation sur les difficultés d'accès aux représentations phonologiques.

Pour ce faire, nous avons étudié le rôle des propriétés phonologiques universelles basées sur le marquage de sonorité sur deux populations (enfants DYS et enfant NL) en utilisant deux tâches informatisées : le Word-Spotting et la tâche de localisation syllabique. Puis, afin de tester cette hypothèse de déficit d'accès (mémorisation, récupération et utilisation des représentations phonologiques etc.) qui s'aggraverait sous le poids potentiellement menaçant pour l'image de soi qu'induit une situation d'évaluation, nous avons utilisé une tâche de détection syllabique avec différentes modalités. Dans cette thèse, nous avons manipulé le caractère évaluatif du contexte de passation des tâches via la consigne donnée à l'enfant

(condition ludique vs. condition évaluative). Au total, trois-cent-soixante-neuf enfants (dont 123 enfants DYS) ont participé aux expérimentations.

Le premier axe de ma thèse devait d'abord mettre en évidence une sensibilité aux propriétés phonologiques universelles et déterminer leur rôle lors de la récupération des représentations phonologiques en lecture. Nous souhaitions savoir si les lecteurs dyslexiques peuvent être sensibles à différents PS (profils de sonorité) et s'ils parviennent à dériver et exploiter cette propriété par écrit. Nous espérions en apprendre d'avantage sur l'utilisation des compétences phonologiques universelles des enfants dyslexiques. Les personnes dyslexiques ont des difficultés de segmentation syllabique : ainsi, nos tâches se sont basées sur des pseudo-mots et des associations jamais vues auparavant. De cette façon, les enfants n'ont pas pu compter sur leurs connaissances statistiques et orthographiques et, par conséquent, les résultats ont mis en lumière les différences de traitement en fonction des PS. Nous nous attendions à ce que les enfants aient une certaine sensibilité à la sonorité dans leur stratégie de segmentation, et donc à observer un gradient dans leurs réponses. Si leur sensibilité est très élevée, les temps de réponse en faveur de la chute des PS devaient être améliorés

Le second axe de ma thèse devait ensuite souligner l'hyper-sensibilité des enfants dyslexiques aux contraintes évaluatives liés à l'estimation des troubles et rendre compte du degré de perturbation engendré sur les mécanismes de lecture. Concrètement, nous nous attendions à ce que les enfants dyslexiques soient capables de réaliser un traitement syllabique dans un contexte ludique comparativement à un contexte scolaire classique, mais soient significativement plus lents à répondre que les enfants normo-lecteurs. Nous pensions que les performances des enfants dyslexiques seraient modulées par un effet de fréquence syllabique.

En contexte évaluatif, nous avons fait l'hypothèse que les performances des enfants dyslexiques devaient chuter et qu'ils devaient avoir recours à un traitement phonémique alors que les résultats des normo-lecteurs ne devraient pas, ou alors très peu, être impactées. Nous avons également fait l'hypothèse que la surcharge de la boucle phonologique devait entrainer une chute des performances chez les enfants dyslexiques mais pas chez les normo-lecteurs. Pour finir, nous nous attendions à ce que les performances les plus faibles soient obtenues en contexte d'évaluation, dans la condition de suppression de la répétition subvocale, et cela pour tous les participants.

3.1 Syllabe et sonorité : modulateurs robustes dans la lecture

Nos résultats montrent que les enfants dyslexiques ont les capacités similaires aux normo-lecteurs à percevoir et traiter les syllabes, et surtout, à effectuer une tâche de détection lexicale. La syllabe semble donc être une unité pertinente et importante pour la lecture chez les enfants normo-lecteurs mais aussi chez les dyslexiques. Ils ont cependant besoin de plus de temps, d'où leurs temps de réponse plus lents, ce qui est observé dans d'autres travaux (e.g., Snowling, 2001 ; Lyon et al., 2003 ; Maïonchi-Pino et al., 2019).

Nos études ont également montré une sensibilité des enfants dyslexiques à la structure syllabique, avec un effet de compatibilité syllabique pour les syllabes de type CV ; ils sont aussi sensibles à la longueur de la syllabe puisqu'ils n'arrivent pas systématiquement à traiter syllabiquement les structures CVC (e.g., Chetail & Mathey, 2013 ; Doignon-Camus & Zagar, 2014). Nous avons aussi observé un effet facilitateur de la fréquence phonologique des syllabes chez les normo-lecteurs et chez les dyslexiques. Tous les enfants ont été plus lents à répondre

pour des syllabes peu fréquentes phonologiquement que pour des syllabes fréquentes. Cela confirme que les dyslexiques (Maïonchi-Pino et al., 2010b), tout comme les normo-lecteurs utilisent les informations phonologiques stockées en mémoire à long terme pour analyser les mots écrits (e.g., Doignon & Zagar, 2006 ; Maïonchi-Pino et al., 2010a ; Chetail & Mathey, 2013).

De manière cruciale, les enfants dyslexiques étaient sensibles aux syllabes phonologiques pour segmenter et même accéder aux mots. Les mots CVC ont été identifiés plus rapidement lorsque les syllabes correspondaient aux frontières syllabiques que lorsqu'elles ne correspondaient pas (e.g., 'col' dans 'colpu' plutôt que 'col' dans 'colèd'), même en l'absence ou la quasi-absence d'informations statistiques orthographiques en frontière syllabique (e.g., le trou bigrammique). Ceci recentre le débat sur la nature phonologique - et non strictement orthographique - des effets syllabiques puisque les syllabes orthographiques ne correspondaient pas aux syllabes phonologiques (en espagnol ; e.g., Álvarez et al., 2017 ; Luque et al., 2013 ; en français, Doignon-Camus et al., 2013).

En tant que tel, le fait que les enfants DYS soient capables de segmenter syllabiquement des séquences de lettres pourrait être contre-intuitif (Maïonchi-Pino et al., 2010). Étant donné qu'ils ont été diagnostiqués avec une mauvaise conscience phonologique, l'hypothèse de représentations phonologiques dégradées/sous-spécifiées prédit que la précision des représentations phonologiques sous-lexicales devrait être affectée (e.g., Colé & Sprenger-Charolles, 1999). En effet, des représentations de phonèmes altérées devraient modifier les représentations de syllabes. On s'attendait donc à ce que les enfants DYS diffèrent dans leurs capacités à localiser les syllabes phonologiques qui influencent l'accès lexical pendant la

reconnaissance visuelle des mots (e.g., Mathey et al., 2006). Cela est effectivement le cas car les enfants DYS sont différemment sensibles aux syllabes CVC, qui sont plus complexes, moins fréquentes et acquises plus tardivement que les syllabes CV, et façonnent les mots monosyllabiques (en français, les syllabes CVC représentent 17% contre 60% pour les syllabes CV ; Léon, 2007 ; voir aussi Chetail & Mathey, 2012 ; Colé et al., 1999 ; Doignon-Camus et al., 2009 ; Maïonchi-Pino et al., 2010a, 2010b). Un raccourci pourrait être de conclure que les représentations imprécises ou indistinctes des phonèmes n'ont pas empêché les syllabes d'être des unités de lecture à la fois segmentaires et pré-lexicales. Nous supposons plutôt que les enfants DYS maitrisent les syllabes simples de type CV pour se libérer des correspondances graphème-phonème laborieuses, fastidieuses et ambiguës auxquelles les lecteurs sont confrontés en français, mais retournent au traitement grapho-phonémique pour les syllabes plus complexes. Cela diverge du cadre développemental de l'hypothèse du *pont syllabique*, selon lequel les toutes premières connexions entre le langage écrit et le langage parlé sont des connexions entre les groupes de lettres et les syllabes phonologiques disponibles (Doignon-Camus & Zagar, 2014). En fin de compte, cela converge vers la proposition d'Ehri (2005) qui décrit que le traitement grapho-syllabique nécessite moins de connexions pour fixer le mot en mémoire, et confirme son hypothèse selon laquelle le traitement grapho-syllabique découle de la consolidation du traitement grapho-phonémique.

Selon le modèle d'activation interactive avec syllabes (IAS ; e.g., Mathey et al., 2006), qui décrit que l'activation se propage des lettres aux syllabes, puis des syllabes aux mots, les effets basés sur les syllabes résulteraient de deux processus complémentaires. Le premier processus correspondrait à une activation sous-lexicale facilitante entre les niveaux, due à l'activation pré-

lexicale des syllabes, suivi par un deuxième processus qui déclencherait une activation lexicale inhibitrice à l'intérieur du niveau, due à une cohorte de concurrents lexicaux qui partagent les mêmes syllabes initiales (e.g., Chetail & Mathey, 2009a, 2009b ; Mahé et al., 2014). Chez les enfants ayant des représentations phonologiques sous-lexicales intactes et précises, l'activation automatique et en parallèle des processus orthographiques et phonologiques qui sous-tendent l'accès lexical devrait être efficace et rapide (e.g., Booth et al., 1999 ; Chetail & Mathey, 2013). Comme conséquence logique, dans notre tâche de Word-Spotting qui exigeait un accès lexical, la syllabe CVC initiale dans le pseudo-mot devrait être pré-activée encore plus fortement lorsque la segmentation était compatible (e.g., 'col' préactive /kol/) et devrait déclencher des effets syllabiques inhibiteurs dus à la compétition lexicale. En effet, nous avons trouvé des effets robustes modulés par la fréquence des syllabes chez les enfants DYS et NLAC. Cependant, les enfants DYS ont présenté des effets de syllabe facilitateurs, ce qui est cohérent avec l'idée qu'ils sont supposés avoir des représentations phonologiques sous-lexicales altérées, qui, à leur tour, appauvrissent les représentations orthographiques dans leur lexique (voir l'hypothèse de la qualité lexicale ; e.g., Perfetti & Hart, 2002 ; Perfetti, 2007 ; voir également Grainger et al., 2003 ; Ziegler et al., 2008). Tous deux rendent les processus orthographiques et phonologiques sous-jacents à l'accès lexical lents et inefficaces. Par conséquent, l'absence de compétition lexicale pourrait dépendre du fait que les représentations phonologiques altérées ne se propagent pas de manière optimale au niveau lexical et compromettent la richesse des représentations orthographiques. Une confirmation d'une sous-représentation orthographique dans leur lexique provient également de l'absence de l'effet classique de fréquence lexicale chez les enfants DYS, qui avait déjà été constaté chez les

enfants NLAC (i.e., les mots fréquents étaient détectés plus rapidement que les mots peu fréquents). Cela indique que les enfants DYS n'ont pas construit un lexique orthographique riche et robuste.

Nos travaux sur la sonorité mettent en avant la préservation d'une grammaire phonologique et du marquage de sonorité fonctionnels chez les enfants DYS, ce qui est cohérent avec différentes études (e.g., Berent et al., 2012, 2013, 2016 ; Szenkovits et al., 2016). En effet, les participants dyslexiques réagissent de la même manière aux différents profils de sonorité (i.e., performances de plus en plus rapides des PS Forte Chute vers Forte Hausse, allant du plus légal au plus illégal), prouvant une sensibilité préservée à la structure phonologique grammaticale. Cette influence de la sonorité nous indique bien une activation des représentations phonologiques chez tous les enfants de notre échantillon, les dyslexiques comme les normo-lecteurs. Par conséquent, les enfants DYS auraient des représentations phonologiques épargnées et assez structurées pour être activables et, de ce fait, permettre la segmentation syllabique. Elles seraient cependant moins rapidement accessibles et moins stables que chez les enfants NLAC.

3.2 L'influence de la pression socio-évaluative et le rôle de la boucle phonologique

Concernant nos travaux sur le contexte évaluatif, nous avons montré que, sous pression évaluative, les DYS avaient recours à des stratégies de traitement phonologique plus simples mais moins efficaces. Ainsi, ils reviendraient à un traitement lettre à lettre par CGP, comme celui utilisé par des lecteurs débutants sur des syllabes peu fréquentes (Maïonchi-Pino et al.,

2010a). Ces résultats coïncident avec l'hypothèse de déficit d'accès aux représentations phonologiques relativement préservées, plus spécifiquement lié à un déficit de MDT (Briscoe et al., 2009) et concordent notamment avec les travaux de Belletier et al. (2015 ; 2019) et Wood et al. (2016) montrant que les personnes à faible MDT échouaient davantage en contexte évaluatif par un effet de *choking under pressure*, que celles ayant une MDT à plus forte capacité.

De plus, comme nous l'avons vu dans le Chapitre 3.3.1, l'effet de la pression sur les performances pourrait être amplifié par un second type de pression socio-évaluative : la menace du stéréotype. La consigne évaluative de notre tâche va activer cette crainte de confirmer un stéréotype, puisqu'elle met l'accent sur la composante évaluative du test ainsi que sur la comparaison à des enfants qui ne présentent aucun trouble de la lecture (e.g., Berjot et al., 2014 ; Mazerolle et al., 2012). Cette anxiété va provoquer des pensées intrusives négatives et de ruminations (e.g., Ambady et al., 2001 ; Schmader et al., 2008) et les dyslexiques présentent une estime de soi plus faible et sont d'autant plus sensibles à l'anxiété de performance dans les tâches scolaires (Novita, 2016). Parce que ces pensées intrusives sont présentes, une partie des ressources limitées de la MDT va être consommée, réduisant la réserve de ressources disponibles (DeCaro et al., 2011 ; Ramus & Szenkovits, 2008). La MDT, et plus particulièrement la boucle phonologique, étant déficitaire chez les DYS (e.g., Briscoe et al., 2009 ; Knoop-van Campen et al., 2018 ; Melby-Lervag et al., 2012), la pression provoquerait une chute des performances dans une tâche pourtant peu coûteuse cognitivement. Notre tâche reflèterait donc cette incapacité des DYS à solliciter leur MDT pour traiter des syllabes en situation de pression évaluative. Les NL eux n'ont pas été perturbés par cette pression et ont pu

mettre en place un traitement syllabique que le contexte soit évaluatif ou non. Nous pouvons expliquer cela par plusieurs facteurs : tout d'abord, les NL, grâce à l'exposition à l'écrit, vont progressivement automatiser le traitement syllabique. Et la pression n'a aucun impact sur les tâches automatisées. De plus, les mécanismes nécessaires au traitement syllabique étant automatisés, ils sont donc très peu couteux en MDT. Or, nous savons que la pression impacte la disponibilité des ressources en MDT (DeCaro et al., 2011). Deuxièmement, les NL ne se sentent pas menacés par le stéréotype sur les compétences en lecture, la pression induite par les consignes n'active donc aucun stéréotype chez eux, expliquant également pourquoi nous n'observons aucun impact sur leurs performances en contexte évaluatif.

A l'inverse de nos hypothèses de départ, nous observons un effet principal de la suppression articulatoire chez les NL mais aucun effet significatif n'a été retrouvé chez les DYS. Devoir répéter le mot « trois » durant la passation a provoqué une baisse des performances chez les NL (Belletier & Camos, 2018). La répétition subvocale sert au maintien temporaire des informations dans la boucle phonologique de la MDT (e.g., Baddeley, 1986 ; 2003 ; Barrouillet et al., 2004), et la suppression de cette stratégie a rendu difficile le traitement des syllabes et des mots chez les NL. Ces résultats prouvent que dans ce type de tâches, les enfants normo-lecteurs se servent de la répétition subvocale comme stratégie de rétention d'informations phonologiques à court terme, très peu coûteuse en ressources attentionnelles (Barrouillet et al., 2004). Mais, privés du mécanisme de répétition subvocale, les NL repassent sur un second mécanisme : le rafraichissement attentionnel (mécanisme très coûteux sur le plan attentionnel). Néanmoins, les résultats des NL restent meilleurs que ceux des DYS car à l'inverse des enfants présentant un trouble de la lecture, ils ne sont pas sensibles à la menace

du stéréotype dans ce type de tâche (e.g., Berjot et al., 2014 ; Lisle & Wade, 2014). L'impact de la pression se limite ici au phénomène du *choking under pressure* (e.g., Ambady et al., 2001 ; Berjot et al., 2014).

Concernant l'absence d'impact de la suppression subvocale sur les performances des DYS, nous pourrions l'interpréter par la non-utilisation du mécanisme de rétention subvocale pour le maintien à court terme d'informations phonologiques. Nous pourrions penser que les DYS auraient davantage recours au mécanisme très coûteux de rafraichissement attentionnel, expliquant pourquoi leurs performances s'effondrent en contexte évaluatif. Par conséquent, la suppression de la stratégie de répétition subvocale durant la passation n'aurait pas eu d'impact sur les enfants dyslexiques car ce mécanisme serait sous-développé et / ou requerrait un traitement trop coûteux pour ces derniers. En effet, la répétition subvocale demande la mobilisation de représentations articulatoires et phonologiques, déficitaires chez les DYS (e.g., Knoop-van Campen et al., 2018 ; Martinez Perez et al., 2012).

En résumé, la MDT des enfants dyslexiques serait déficitaire à différents niveaux : dans le traitement d'ordre sériel (e.g., Cowan et al., 2017 ; Martinez Perez et al., 2012 ; Thomson et al., 2005) ainsi qu'au niveau de la boucle phonologique impliquant en autre le mécanisme de répétition subvocale. Ce double déficit en MDT entraverait l'encodage en MLT d'informations phonologiques. Cependant, les représentations lexicales en mémoire phonologique à long terme jouent un rôle primordial dans la capacité de la mémoire phonologique à court terme (Thomson et al., 2005). Ainsi, les DYS souffriraient d'un double déficit impliquant des représentations phonologiques en MLT sous-spécifiées (e.g., Saksida et al, 2016 ; Snowling, 2001), expliquant en partie les différences entre DYS et NL dans un contexte évaluatif, et un

déficit d'accès à ces représentations phonologiques, lié au déficit de mémoire verbale (e.g., Martinez Perez et al., 2012 ; Knoop-van Campen et al., 2018) et pouvant être modulé par le contexte. Par conséquent, le déficit phonologique serait lui aussi double : d'un côté, au niveau de l'encodage des représentations phonologiques en MLT et de l'autre, au niveau de l'accès aux représentations phonologiques (Ramus et Szenkovits, 2008).

Les résultats obtenus dans cette thèse nous font présumer que les enfants DYS présenteraient ce double déficit phonologique composé 1/ d'un déficit d'accès aux représentations phonologiques (e.g., Maïonchi-Pino et al., 2010b ; Ramus & Szenkovits, 2008) modulable par le contexte de pression socio-évaluative et 2/ d'une fragilité de ces représentations phonologiques en MLT (e.g., Landerl et al., 2013 ; Saksida et al., 2016). En effet, malgré des schémas de réponse globalement lents et imprécis, les représentations phonologiques des syllabes n'étaient pas aussi dégradées qu'envisagé chez les enfants DYS par rapport aux enfants NL (e.g., Boets et al., 2013 ; Ramus, 2014). Nos résultats attirent l'attention sur l'idée que les enfants DYS francophones seraient capables d'utiliser les syllabes phonologiques et leurs propriétés pour segmenter et accéder aux mots dans un paradigme complexe qui implique à la fois des processus sous-lexicaux et lexicaux (e.g., Ramus & Ahissar, 2012). Bien que le français soit enclin à mettre en évidence les effets basés sur les syllabes (e.g., Seymour et al., 2003 ; Ziegler & Goswami, 2005), le décentrement des études basées sur l'anglais remet en question la nature du déficit phonologique dans la dyslexie développementale et fournit une autre preuve pour un déficit qui n'affecte pas toute la sphère phonologique (e.g., Share, 2008). Les données nous amènent également à supposer que ce double déficit serait lié à une inefficacité ou une absence de la stratégie de répétition subvocale,

les performances des DYS n'ayant pas été impactées par la suppression de ce mécanisme. A l'inverse, l'effet délétère de la suppression de la répétition subvocale a été retrouvé chez les NL. Suite à ces observations, nous pouvons proposer que ce mécanisme de répétition subvocale peut jouer un rôle important dans l'automatisation des processus de lecture.

Limites

Ces travaux de thèse apportent de nouvelles données intéressantes sur les effets modulateurs de la syllabe, de la sonorité, du contexte socio-évaluatif et de la répétition subvocale sur le déficit phonologique des dyslexiques. Nous pourrions malgré tout suggérer des améliorations afin de conforter nos résultats.

Tout d'abord, les tests de lecture TIMÉ 2 et TIMÉ 3 (Ecalle, 2003 ; 2006) utilisés pour déterminer l'âge lexique des participants s'appuient sur des tâches de décision orthographique afin de mettre en lumière un éventuel déficit des procédures de lecture. Cependant, il pourrait être intéressant de compléter les passations avec un test de lecture à voix haute pour mesurer vitesse et précision de lecture, compétences pouvant attester d'un trouble de la lecture (Lyon et al., 2003).

Aussi, le matériel utilisé dans la tâche de Word-Spotting pour la partie sonorité pourrait être revu. En effet, il nous était impossible de catégoriser les pseudo-mots disponibles en 5 profils de sonorité distincts (i.e., Forte Chute, Faible Chute, Plateau, Faible Hausse et Forte Hausse), car trop peu nombreux. Nous avons été contraints de catégoriser les pseudo-mots en seulement 3 PS (i.e., Chute, Plateau et Hausse), ce qui n'est pas idéal et pourrait être amélioré pour de futures études afin d'obtenir des résultats plus détaillés.

Ensuite, des améliorations pourraient également être faites sur la procédure des passations expérimentales, car les conditions de passation entre les enfants DYS et enfants NL n'étaient pas strictement identiques. Les normo-lecteurs effectuaient les tâches de manière collective, avec des camarades, alors que les enfants DYS effectuaient les tâches de manière individuelle. Or, nous savons pourtant que la présence d'une tierce personne peut impacter les performances des participants (e.g., Belletier & Camos, 2018 ; Eastvold et al., 2012 ; Wühr & Huestegge, 2010) mais la passation individuelle des enfants NL n'aurait pas été compatible avec l'emploi du temps des enseignants et leurs programmes à respecter.

Pour terminer, il aurait été pertinent de questionner davantage les participants sur leur ressenti lié à l'impact de la menace du stéréotype. Nous aurions pu proposer un questionnaire composé d'échelles d'auto-évaluation à chacun des enfants en fin de passation afin de comparer leurs performances et leur sentiment de compétences (Berjot et al., 2014) et aussi d'obtenir une auto-évaluation de leur niveau de stress et d'anxiété en fonction du contexte.

Perspectives

De futures études pourraient investiguer les domaines de recherche de cette thèse afin d'apporter de nouveaux résultats sur le déficit phonologique dans la dyslexie, le rôle de la syllabe et l'effet modulateur de la pression sur le déficit phonologique.

Nous reconnaissons que d'autres recherches doivent être conduites afin de mieux déterminer comment la grammaire universelle et les propriétés spécifiques au langage sont mises en place au cours du développement. Se servir de mesures des réponses électrophysiologiques à des séquences phonologiques bien formées ou mal formées pourrait

nous indiquer comment le cerveau des enfants exploite le marquage phonologique universel lié à la sonorité en position d'attaque, en frontière syllabique et en coda.

Nous pourrions mettre en place d'autres types de pression socio-évaluative comme la surveillance vidéo, la présence ou absence d'un observateur ou le fait d'être rémunéré pour chaque bonne réponse (chez les NL, e.g., Berjot et al., 2014 ; Mazerolle et al., 2012 ; Steele & Aronson, 1995). L'objectif serait d'investiguer comment les compétences phonologiques des DYS peuvent être influencées dans ces différents contextes.

Ensuite, mesurer l'impact du contexte évaluatif et de la répétition subvocale chez des participants plus âgés serait intéressant, afin d'observer comment l'automatisation du traitement syllabique a pu se mettre en place avec l'exposition à l'écrit et si, avec le temps, le mécanisme de répétition subvocale devient efficace chez les personnes DYS.

De plus, nous pourrions explorer le rôle de la répétition subvocale au sein de l'apprentissage de la lecture, et surtout dans l'automatisation du traitement syllabique. Cela nous permettrait d'en savoir plus sur le rapport entre le déficit de mémoire à court terme d'ordre sériel identifié chez les dyslexiques et son implication dans les troubles de la lecture (e.g., Cowan et al., 2017 ; Martinez Perez et al., 2012 ; Thomson et al., 2005).

Il a été démontré que les enfants en difficultés d'apprentissage, scolarisés en cursus classique, obtenaient de meilleurs résultats que ceux scolarisés en classes adaptées, car ces derniers se percevaient comme étant moins compétents (Berjot et al., 2014). Dans de futures études, nous pourrions donc évaluer le ressenti des participants à l'aide d'un questionnaire d'auto-évaluation, pré et post passation, afin d'évaluer l'impact du contexte sur l'activation de la menace de stéréotype et sur le sentiment de compétences.

Enfin, ces résultats amènent de nouveaux questionnements quant aux méthodes d'évaluation utilisées sur le terrain, plus particulièrement en contexte scolaire et lors des bilans orthophoniques. En effet, les consignes utilisées lors des évaluations et bilans sont généralement sources de pression socio-évaluative et pourraient impacter la représentativité des performances obtenues par les enfants et par conséquent, ne représenteraient pas les compétences réelles des enfants présentant des troubles. Pour tenter de limiter les biais de ce type d'évaluation, Autin et Croizet (2012) ont montré que réaliser une courte tâche psychosociale avant d'effectuer la tâche évaluative diminuait l'impact négatif de la pression socio-évaluative. L'enfant devait effectuer un exercice difficile, puis on lui expliquait que l'échec fait partie intégrante de l'apprentissage et qu'échouer n'est pas systématiquement dû à un défaut d'intelligence. Suite à cela, les enfants aborderaient l'évaluation de manière plus sereine, car cette tâche leur aurait permis d'enclencher un processus de restructuration cognitive susceptible d'améliorer leurs résultats, afin qu'ils soient plus proches de leurs compétences réelles (Autin & Croizet, 2012).

Conclusion

Pour conclure, les résultats que nous avons obtenus exposent les capacités de traitement syllabique des enfants atteints de dyslexie. Nous avons vu que l'unité syllabique est pertinente en lecture pour les enfants dyslexiques tout comme pour les normo-lecteurs. Cependant, son utilisation est modulée par des informations orthographiques et phonologiques comme la fréquence orthographique, phonologique, ou bien la structure de la syllabe (e.g., Maïonchi-Pino et al., 2010b ; Doignon-Camus et al., 2013).

Nos travaux sur la sonorité mettent en avant la sensibilité préservée des enfants DYS à la grammaire phonologique et au marquage de sonorité (e.g., Berent et al., 2012, 2013, 2016 ; Szenkovits et al., 2016). Cette influence de la sonorité nous indique bien une activation des représentations phonologiques chez tous les enfants de notre échantillon, les dyslexiques comme les normo-lecteurs. Par conséquent, les enfants DYS auraient des représentations phonologiques épargnées et assez structurées pour être activables et, de ce fait, permettre la segmentation syllabique.

Nos données ont également mis en lumière un impact délétère de la pression socio-évaluative provoquée par le type de consignes sur les compétences phonologiques des DYS. Ces derniers sont repassés à un traitement phonémique (i.e., plus simple) en condition évaluative. Ces résultats soutiennent l'hypothèse d'un double déficit phonologique qui comprend un déficit d'accès aux représentations phonologiques ainsi qu'une dégradation des représentations phonologiques en MLT. A l'inverse de nos hypothèses, la suppression du mécanisme de répétition subvocale a entrainé une chute des performances chez les normo-lecteurs, sans avoir eu d'effet significatif sur les performances des DYS. Nous pouvons donc penser que cette stratégie de répétition subvocale pourrait avoir un rôle majeur dans l'automatisation des processus de lecture et que le double déficit des enfants dyslexiques aurait un lien avec l'absence d'efficacité de ce mécanisme.

Nous pouvons conclure qu'un double déficit asymétrique, qui englobe une altération massive de l'accès aux représentations orthographiques et phonologiques (e.g., Ramus & Szenkovits, 2008) avec une dégradation sélective des représentations orthographiques et/ou phonologiques, doit être envisagé pour le français. Les résultats de cette thèse élargissent les

perspectives de travaux sur le déficit phonologique chez les enfants dyslexiques, d'une part en poursuivant davantage les études sur le rôle de la syllabe et de la répétition subvocale en lecture, et d'autre part en interrogeant sur les différents moyens qui permettraient efficacement de réduire le stress induit par le contexte socio-évaluatif afin de recueillir de manière fiable les compétences des enfants dyslexiques lors d'évaluations scolaires ou de bilans orthophoniques.

Références bibliographiques

Ahissar, M. (2007). Dyslexia and the anchoring-deficit hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(11), 458–465. https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.08.015

Albright, A. (2009). Feature-based generalisation as a source of gradient acceptability. *Phonology*, *26*(1), 9–41. https://doi.org/10.1017/S0952675709001705

Alesi, M., Rappo, G., & Pepi, A. (2012). Self-estem at schol and self-handicapping in childhod: Comparison of groups with learning disabilities. *Psychological Reports*, *111*(3), 952–962. https://doi.org/10.2466/15.10.PR0.111.6.952-962

Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, *25*(2), 92–98. https://doi.org/10.1027/1015-5759.25.2.92

Altmann, G. (1997). *The ascent of Babel: an exploration of language, mind, and understanding.* Oxford University Press.

Álvarez, C. J., Carreiras, M., & De Vega, M. (2000). Syllable-frequency effect in visual word recognition: Evidence of sequential-type processing. *Psicológica*, *21*, 341–374.

Álvarez, C. J., Carreiras, M., & Taft, M. (2001). Syllables and Morphemes: Contrasting Frequency Effects in Spanish. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *27*(2), 545–555. https://doi.org/10.1037/0278-7393.27.2.545

Álvarez, C. J., García-Saavedra, G., Luque, J. L., & Taft, M. (2017). Syllabic parsing in children: A developmental study using visual word-spotting in Spanish. *Journal of Child Language*, *44*(2), 380–401. https://doi.org/10.1017/S0305000916000040

Ambady, N., Shih, M., Kim, A., & Pittinsky, T. L. (2001). Stereotype susceptibility in children: Effects of Identity Activation on Quantitative Performance. *Psychological Science*, *12*(5), 385–390. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00371

Anthony, J. L., & Francis, D. J. (2005). Development of phonological awareness. *Current Directions in Psychological Science*, *14*(5), 255–259. https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00376.x

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(2), 224–237. https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224

Autin, F., & Croizet, J.-C. (2012). Improving working memory efficiency by reframing metacognitive interpretation of task difficulty. *Journal of Experimental Psychology: General*, *141*(4), 610–618. https://doi.org/10.1037/a0027478

Avons, S. E., & Hanna, C. (1995). The memory-span deficit in children with specific reading disability: Is speech rate responsible? *British Journal of Developmental Psychology*, *13*(3), 303–311. https://doi.org/10.1111/j.2044-835x.1995.tb00681.x

Baddeley, A. (1986). Working Memory, 11. In *Oxford psychology series*. Clarendon Press.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in*

Cognitive Sciences, *4*(11), 417–423. https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2

Banai, K., & Ahissar, M. (2010). On the importance of anchoring and the consequences of its impairment in dyslexia. *Dyslexia*, *16*(3), 240–257. https://doi.org/10.1002/dys.407

Banai, K., & Ahissar, M. (2018). Poor sensitivity to sound statistics impairs the acquisition of speech categories in dyslexia. *Language, Cognition and Neuroscience*, *33*(3), 321–332. https://doi.org/10.1080/23273798.2017.1408851

Barlow, J. (2016). Sonority in acquisition: A review. Challenging sonority: Cross-linguistic evidence. In M. J. Ball (Ed.), *Challenging sonority: Cross-linguistic evidence* (pp. 295–336). Equinox Publishing Limited. https://doi.org/10.1558/equinox.25668.

Barrouillet, P., Bernardin, S., & Camos, V. (2004). Time Constraints and Resource Sharing in Adults' Working Memory Spans. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(1), 83–100. https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.83

Barrouillet, P., Bernardin, S., Portrat, S., Vergauwe, E., & Camos, V. (2007). Time and Cognitive Load in Working Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *33*(3), 570–585. https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.570

Barrouillet, P., & Camos, V. (2015). *Working memory: Loss and reconstruction.* Psychology Press.

Barrouillet, P., Portrat, S., & Camos, V. (2011). On the Law Relating Processing to Storage in Working Memory. *Psychological Review*, *118*(2), 175–192. https://doi.org/10.1037/a0022324

Basirat, A., Patin, C., & Jozefowiez, J. (2021). Sonority projection effect in French: A signal detection theory approach. *Canadian Journal of Linguistics*, *66*(2), 255–266. https://doi.org/10.1017/cnj.2021.5

Bastien-Toniazzo, M., Magnan, A., & Bouchafa, H. (1999). Nature of the representation of written language by beginning readers: An interpretive model. *International Journal of Psychology*, *34*(1), 43–58. https://doi.org/10.1080/002075999400096

Baumeister, R. F. (1984). Choking under pressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, *46*(3), 610–620. https://doi.org/10.1037/0022-3514.46.3.610

Bayliss, D. M., Bogdanovs, J., & Jarrold, C. (2015). Consolidating working memory: Distinguishing the effects of consolidation, rehearsal and attentional refreshing in a working memory span task. *Journal of Memory and Language*, *81*, 34–50. https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.12.004

Beck, I. L. (2006). *Making sense of phonics: The hows and whys*. New York, NY: Guilford.

Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail: Working memory and "Choking under pressure" in math. *Psychological Science*, *16*(2), 101–105. https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00789.x

Beilock, S. L., Rydell, R. J., & McConnell, A. R. (2007). Stereotype threat and working memory: Mechanisms, alleviation, and spillover. *Journal of Experimental Psychology: General*, *136*(2), 256–276. https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.2.256

Belletier, C., & Camos, V. (2018). Does the experimenter presence affect working memory? *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1424*(1), 212–220. https://doi.org/10.1111/nyas.13627

Belletier, C., Davranche, K., Tellier, I. S., Dumas, F., Vidal, F., Hasbroucq, T., & Huguet, P. (2015). Choking under monitoring pressure: being watched by the experimenter reduces executive attention. *Psychonomic Bulletin and Review*, *22*(5), 1410–1416. https://doi.org/10.3758/s13423-015-0804-9

Belletier, C., Doherty, J., Graham, A., Rhodes, S., Cowan, N., Naveh-Benjamin, M., Barrouillet, P., Camos, V., & Logie, R. (2022). Strategic adaptation to dual-task in verbal working memory: Potential routes for theory integration. *Ournal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition.* https://doi.org/10.1037/xlm0001106

Berent, I. (2013). *The Phonological Mind*. Cambridge University Press.

Berent, I. (2017). Is markedness a confused concept? *Cognitive Neuropsychology*, *34*(7–8), 493–499. https://doi.org/10.1080/02643294.2017.1422485

Berent, I., Harder, K., & Lennertz, T. (2011). Phonological universals in early childhood: Evidence from sonority restrictions. *Language Acquisition*, *18*(4), 281–293. https://doi.org/10.1080/10489223.2011.580676

Berent, I., Lennertz, T., Jun, J., Moreno, M. A., & Smolensky, P. (2008). Language universals in human brains. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*(14), 5321–5325. https://doi.org/10.1073/pnas.0801469105

Berent, I., Lennertz, T., Smolensky, P., & Vaknin-Nusbaum, V. (2009). Listeners' knowledge of phonological universals: Evidence from nasal clusters. *Phonology*, *26*(1), 75–108. https://doi.org/10.1017/S0952675709001729

Berent, I., Steriade, D., Lennertz, T., & Vaknin, V. (2007). What we know about what we have never heard: Evidence from perceptual illusions. *Cognition*, *104*(3), 591–630. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.05.015

Berent, I., Vaknin-Nusbaum, V., Balaban, E., & Galaburda, A. M. (2012). Dyslexia Impairs Speech Recognition but Can Spare Phonological Competence. *PLoS ONE*, *7*(9). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044875

Berent, I., Vaknin-Nusbaum, V., Balaban, E., & Galaburda, A. M. (2013). Phonological generalizations in dyslexia: The phonological grammar may not be impaired. *Cognitive Neuropsychology*, *30*(5), 285–310. https://doi.org/10.1080/02643294.2013.863182

Berent, I., Zhao, X., Balaban, E., & Galaburda, A. M. (2016). Phonology and phonetics dissociate in dyslexia: evidence from adult English speakers. *Language, Cognition and Neuroscience*, *31*(9), 1178–1192. https://doi.org/10.1080/23273798.2016.1211301

Berjot, S., Amoura, C., Bensalah, L., & Herbay, A. (2014). Stereotype threat among children attending adapted courses (7-10 years old): A study in a quasi-ordinary classroom. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, *27*(3–4), 133–159.

Berninger, V. W., Abbott, R. D., Nagy, W., & Carlisle, J. (2010). Growth in phonological, orthographic, and morphological awareness in grades 1 to 6. *Journal of Psycholinguistic Research*, *39*(2), 141–163. https://doi.org/10.1007/s10936-009-9130-6

Billard, C., Fluss, J., Ducot, B., Bricout, L., Richard, G., Ecalle, J., Magnan, A., & Ziegler, J. C. (2009). Deficits in reading acquisition in primary school: Cognitive, social,and behavioral factors studied in a sample of 1062 children. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, *57*(3), 191–203. https://doi.org/10.1016/j.respe.2009.02.205

Boada, R., & Pennington, B. F. (2006). Deficient implicit phonological representations in children with dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, *95*(3), 153–193. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.04.003

Boets, B., Op De Beeck, H. P., Vandermosten, M., Scott, S. K., Gillebert, C. R., Mantini, D., Bulthé, J., Sunaert, S., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2013). Intact but less accessible phonetic representations in adults with dyslexia. *Science*, *342*(6163), 1251–1254. https://doi.org/10.1126/science.1244333

Bogliotti, C., Serniclaes, W., Messaoud-Galusi, S., & Sprenger-Charolles, L. (2008). Discrimination of speech sounds by children with dyslexia: Comparisons with chronological age and reading level controls. *Journal of Experimental Child Psychology*, *101*(2), 137–155. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.03.006

Bonte, M. L., Poelmans, H., & Blomert, L. (2007). Deviant neurophysiological responses to phonological regularities in speech in dyslexic children. *Neuropsychologia*, *45*(7), 1427–1437. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.11.009

Bovens, M., & Wille, A. (2017). *Diploma democracy. The rise of political meritocracy*. Oxford University Press.

Brady, Susan, Shankweiler, D., & Mann, V. (1983). Speech perception and memory coding in relation to reading ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *35*(2), 345–367. https://doi.org/10.1016/0022-0965(83)90087-5

Briscoe, J., & Rankin, P. M. (2009). Exploration of a "double-jeopardy" hypothesis within working memory profiles for children with specific language impairment. *International Journal of Language and Communication Disorders*, *44*(2), 236–250. https://doi.org/10.1080/13682820802028760

Bryant, P. (1998). Sensitivity to onset and rhyme does predict young children's reading: A comment on Muter, Hulme, Snowling, and Taylor (1997). *Journal of Experimental Child Psychology*, *7*(1), 29–37. https://doi.org/10.1006/jecp.1998.2455

Burbridge, T. J., Wang, Y., Volz, A. J., Peschansky, V. J., Lisann, L., Galaburda, A. M., Lo Turco, J. J., & Rosen, G. D. (2008). Postnatal analysis of the effect of embryonic knockdown and overexpression of candidate dyslexia susceptibility gene homolog Dcdc2 in the rat. *Neuroscience*, *152*(3), 723–733. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2008.01.020

Cadinu, M., Maass, A., Rosabianca, A., & Kiesner, J. (2005). Why do women underperform under stereotype threat? Evidence for the role of negative thinking. *Psychological Science*, *16*(7), 572–578. https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.01577.x

Camos, V., & Barrouillet, P. (2014). Le développement de la mémoire de travail : perspectives dans le cadre du modèle de partage temporel des ressources The development of working memory : The time-based resource sharing approach. *Psychologie Francaise*, *59*(1), 21–

39. https://doi.org/10.1016/j.psfr.2012.12.003

Camos, V., Lagner, P., & Barrouillet, P. (2009). Two maintenance mechanisms of verbal information in working memory. *Journal of Memory and Language*, *61*(3), 457–469. https://doi.org/10.1016/j.jml.2009.06.002

Camos, V., Mora, G., & Barrouillet, P. (2013). Phonological similarity effect in complex span task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *66*(10), 1927–1950. https://doi.org/10.1080/17470218.2013.768275

Camos, V., Mora, G., & Oberauer, K. (2011). Adaptive choice between articulatory rehearsal and attentional refreshing in verbal working memory. *Memory and Cognition*, *39*(2), 231–244. https://doi.org/10.3758/s13421-010-0011-x

Caravolas, M. (2004). Spelling development in alphabetic writing systems: A cross-linguistic perspective. *European Psychologist*, *9*(1), 3–14. https://doi.org/10.1027/1016-9040.9.1.3

Caravolas, M., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2001). The foundations of spelling ability: Evidence from a 3-year longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, *45*(4), 751–774. https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2785

Caravolas, M., Volin, J., & Hulme, C. (2005). Phoneme awareness is a key component of alphabetic literacy skills in consistent and inconsistent orthographies: Evidence from Czech and English children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *92*(2), 107–139. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.04.003

Cardoso-Martins, C. (2013). Existe um estágio silábico no desenvolvimento da escrita em Português? Evidência de três estudos longitudinais [Is there a syllabic stage in the development of writing in Portuguese? Evidence from three longitudinal studies]. In M. R. Maluf & C. Cardoso-Martin (Eds.), *Alfabetização no século XXI: Como se aprende a ler e a escrever [Literacy in the 21st century: How to learn to read and write]* (pp. 82–108). Penso.

Cardoso-Martins, C., & Batista, A. C. E. (2005). O conhecimento do nome das letras e o desenvolvimento da escrita: Evidência de crianças falantes do Português [Knowledge of the name of the letters and the development of writing: Evidence of Portuguese-speaking children]. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, *18*(3), 330–336. https://doi.org/10.1590/S0102-79722 00500 0300006

Cardoso-Martins, C., Corrêa, M. F., Lemos, L. S., & Napoleão, R. F. (2006). Is there a syllabic stage in spelling development? Evidence from Portuguese-speaking children. *Journal of Educational Psychology*, *98*(3), 628–641. https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.3.628

Cardoso-Martins, C., Mesquita, T. C. L., & Ehri, L. (2011). Letter names and phonological awareness help children to learn letter-sound relations. *Journal of Experimental Child Psychology*, *109*(1), 25–38. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.12.006

Carioti, D., Masia, M. F., Travellini, S., & Berlingeri, M. (2021). Orthographic depth and developmental dyslexia: a meta-analytic study. *Annals of Dyslexia*, *71*(3), 399–438. https://doi.org/10.1007/s11881-021-00226-0

Carrion-Castillo, A., Franke, B., & Fisher, S. E. (2013). Molecular genetics of dyslexia: An overview. *Dyslexia*, *19*(4), 214–240. https://doi.org/10.1002/dys.1464

Casini, L., Pech-Georgel, C., & Ziegler, J. C. (2018). It's about time: revisiting temporal processing deficits in dyslexia. *Developmental Science*, *21*(2), 1–14. https://doi.org/10.1111/desc.12530

Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, *91*(1), 77–111. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(03)00164-1

Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the reading wars: Reading acquisition from novice to expert. *Psychological Science in the Public Interest*, *19*(1), 5–51. https://doi.org/10.1177/1529100618772271

Castro-Caldas, A., Petersson, K. M., Reis, A., Stone-Elander, S., & Ingvar, M. (1998). The illiterate brain. Learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain. *Brain*, *121*(6), 1053–1063. https://doi.org/10.1093/brain/121.6.1053

CEDRE. (2015). *Nouvelle évaluation en fin de collège : compétences langagières et littératie. Évaluation des acquis des élèves. Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP).*

Chan, N., & Rosenthal, H. (2014). Working memory moderates stereotype threat effects for adolescents in Hong Kong. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, *27*, 103–118.

Chetail, F., & Mathey, S. (2009a). Syllabic priming in lexical decision and naming tasks: The syllable congruency effect re-examined in French. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *63*(1), 40–48. https://doi.org/10.1037/a0012944

Chetail, F., & Mathey, S. (2009b). The syllable frequency effect in visual recognition of French words: A study in skilled and beginning readers. *Reading and Writing*, *22*(8), 955–973. https://doi.org/10.1007/s11145-008-9135-9

Chetail, F., & Mathey, S. (2010). Rôle de la syllabe dans l'apprentissage de la lecture: études en fonction du niveau de lecture. *ANAE. Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'enfant*, *107*, 119–124.

Chetail, F., & Mathey, S. (2012). Effect of Syllable Congruency in Sixth Graders in the Lexical Decision Task With Masked Priming. *Scientific Studies of Reading*, *16*(6), 537–549. https://doi.org/10.1080/10888438.2011.607480

Chetail, F., & Mathey, S. (2013). Interaction between phonemic abilities and syllable congruency effect in young readers. *Journal of Child Language*, *40*(2), 492–508. https://doi.org/10.1017/S0305000911000493

Chiappe, P., Stringer, R., Siegel, L. S., & Stanovich, K. E. (2002). Why the timing deficit hypothesis does not explain reading disability in adults. *Reading and Writing*, *15*(1–2), 73–107. https://doi.org/10.1023/a:1013868304361

Christensen, C. A., & Bowey, J. A. (2005). The efficacy of orthographic rime, grapheme-phoneme correspondence, and implicit phonics approaches to teaching decoding skills. *Scientific Studies of Reading*, *9*(4), 327–349. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0904_1

Clements, G. N. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. *Papers in*

Laboratory Phonology, *1*, 283–333. https://doi.org/doi:10.1017/CBO9780511627736.017

Clements, G. N. (2006). Does sonority have a phonetic basis? In E. Raimy & C. Cairns (Eds.), *Contemporary Views on Architecture and Representations in Phonology* (Contempora). Cambridge. https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262182706.003.0007

Colé, P., Magnan, A., & Grainger, J. (1999). Syllable-sized units in visual word recognition: Evidence from skilled and beginning readers of French. *Applied Psycholinguistics*, *20*(4), 507–532. https://doi.org/10.1017/S0142716499004038

Colé, P., & Sprenger-Charolles, L. (1999). Traitement syllabique au cours de la reconnaissance de mots écrits chez des enfants dyslexiques, lecteurs en retard et normo-lecteurs de 11 ans. *Revue de Neuropsychologie*, *9*(4), 323–360.

Conrad, M., Grainger, J., & Jacobs, A. M. (2007). Phonology as the source of syllable frequency effects in visual word recognition: Evidence from French. *Memory and Cognition*, *35*(5), 974–983. https://doi.org/10.3758/BF03193470

Conrad, M., Stenneken, P., & Jacobs, A. M. (2006). Associated or dissociated effects of syllable frequency in lexical decision and naming. *Psychonomic Bulletin and Review*, *13*(2), 339–345. https://doi.org/10.3758/BF03193854

Cooper, B. R., Moore, J. E., Powers, C. J., Cleveland, M., & Greenberg, M. T. (2014). Patterns of early reading and social skills associated with academic success in elementary school. *Early Education and Development*, *25*(8), 1248–1264. https://doi.org/10.1080/10409289.2014.932236

Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, *104*(2), 163–191. https://doi.org/10.1037/0033-2909.104.2.163.

Cowan, N. (1999). An Embedded-Processes Model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control* (pp. 62–101). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.006

Cowan, N. (2005). *Working Memory Capacity*. Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9780203342398

Cowan, N. (2017). The many faces of working memory and short-term storage. *Psychonomic Bulletin and Review*, *24*(4), 1158–1170. https://doi.org/10.3758/s13423-016-1191-6

Cowan, N., Hogan, T. P., Alt, M., Green, S., Cabbage, K. L., Brinkley, S., & Gray, S. (2017). Short-term Memory in Childhood Dyslexia: Deficient Serial Order in Multiple Modalities. *Dyslexia*, *23*(3), 209–233. https://doi.org/10.1002/dys.1557

Cowan, N., Morey, C. C., & Naveh-Benjamin, M. (2021). An embedded-processes approach to working memory: How is it distinct from other approaches, and to what ends? In R. H. Logie, V. Camos, & N. Cowan (Eds.), *Working memory: State of the science* (pp. 44–84). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198842286.003.0003

Croizet, J.-C., Désert, M., Dutrévis, M., & Leyens, J.-P. (2001). Stereotype Threat, Social Class, Gender, and Academic Under-Achievement: When Our Reputation Catches Up to

Us and Takes Over. *Social Psychology of Education*, *4*(3), 295–310. https://doi.org/10.1023/A:1011336821053

Croizet, J.-C., Després, G., Gauzins, M. E., Huguet, P., Leyens, J. P., & Méot, A. (2004). Stereotype threat undermines intellectual performance by triggering a disruptive mental load. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *30*(6), 721–731. https://doi.org/10.1177/0146167204263961

Cutler, A. (1997). The Syllable's Role in the Segmentation of Stress Languages. *Language and Cognitive Processes*, *12*(5–6), 839–846. https://doi.org/10.1080/016909697386718

Cutler, A., & Norris, D. (1988). The Role of Strong Syllables in Segmentation for Lexical Access. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *14*(1), 113–121. https://doi.org/10.1037/0096-1523.14.1.113

Dahle, A. E., Knivsberg, A. M., & Andreassen, A. B. (2011). Coexisting problem behaviour in severe dyslexia. *Journal of Research in Special Educational Needs*, *11*(3), 162–170. https://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2010.01190.x

Daland, R., Hayes, B., White, J., Garellek, M., Davis, A., & Norrmann, I. (2011). Explaining sonority projection effects. *Phonology*, *28*(2), 197–234. https://doi.org/10.1017/S0952675711000145

Dauer, R. M. (1983). Stress-timing and syllable-timing reanalyzed. *Journal of Phonetics*, *11*(1), 51–62. https://doi.org/10.1016/s0095-4470(19)30776-4

Davidson, L. (2005). Addressing phonological questions with ultrasound. *Clinical Linguistics and Phonetics*, *19*(6–7), 619–633. https://doi.org/10.1080/02699200500114077

Davidson, L. (2006). Phonology, phonetics, or frequency: Influences on the production of non-native sequences. *Journal of Phonetics*, *34*(1), 104–137. https://doi.org/10.1016/j.wocn.2005.03.004

Davidson, L. (2007). The relationship between the perception of non-native phonotactics and loanword adaptation. *Phonology*, *24*(2), 261–286. https://doi.org/10.1017/S0952675707001200

Davidson, L., & Shaw, J. A. (2012). Sources of illusion in consonant cluster perception. *Journal of Phonetics*, *40*(2), 234–248. https://doi.org/10.1016/j.wocn.2011.11.005

Davidson, L., & Wilson, C. (2016). Processing nonnative consonant clusters in the classroom: Perception and production of phonetic detail. *Second Language Research*, *32*(4), 471–502. https://doi.org/10.1177/0267658316637899

Davis, C. J. (2010). The spatial coding model of visual word identification. *Psychological Review*, *117*(3), 713–758. https://doi.org/10.1037/a0019738

De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2003). Developmental changes in the manifestation of a phonological deficit in Dyslexic children learning to read a regular orthography. *Journal of Educational Psychology*, *95*(1), 22–40. https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.1.22

DeCaro, M. S., Thomas, R. D., Albert, N. B., & Beilock, S. L. (2011). Choking under pressure: Multiple routes to skill failure. *Journal of Experimental Psychology: General*, *140*(3), 390–406. https://doi.org/10.1037/a0023466

Degasperi, L., Micciolo, R., Esoa, G., & Calzolari, S. (2011). Phonemic not syllabic awareness is linked to literacy in Italian children with Down syndrome. *Journal of Pediatric Neurology*, *9*(3), 325–332. https://doi.org/10.3233/JPN-2011- 0496

Dehaene, S, Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews Neuroscience*, *16*, 234–244. https://doi.org/10.1038/nrn3924

Dehaene, Stanislas. (2007). *Neurones de la lecture (les) : La nouvelle science de la lecture et de son apprentissage*. Odile Jacob.

Dehaene, Stanislas, Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Nunes Filho, G., Jobert, A., Dehaene-Lambertz, G., Kolinsky, R., Morais, J., & Cohen, L. (2010). How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science*, *330*(6009), 1359–1364. https://doi.org/10.1126/science.1194140

Dell, F. (1995). Consonant clusters and phonological syllables in French. *Lingua*, *95*(1–3), 5–26. https://doi.org/10.1016/0024-3841(95)90099-3

Démonet, J. F., Taylor, M., & Chaix, Y. (2004). Developmental dyslexia. *The Lancet*, *363*(9419), 1451–1460. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16106-0

Demont, E., & Gombert, J. E. (1996). Phonological awareness as a predictor of recoding skills and syntactic awareness as a predictor of comprehension skills. *British Journal of Educational Psychology*, *66*(3), 315–332. https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1996.tb01200.x

Demuth, K., & McCullough, E. (2009). The longitudinal development of clusters in French. *Journal of Child Language*, *36*(2), 425–448. https://doi.org/10.1017/S0305000908008994

Denhart, H. (2008). Deconstructing barriers: Perceptions of students labeled with learning disabilities in higher education. *Journal of Learning Disabilities*, *41*(6), 483–497. https://doi.org/10.1177/0022219408321151

DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, *16*(3), 353–386. https://doi.org/10.1080/09541440244000328

Doignon-Camus, N., Seigneuric, A., Perrier, E., Sisti, A., & Zagar, D. (2013). Evidence for a preserved sensitivity to orthographic redundancy and an impaired access to phonological syllables in French developmental dyslexics. *Annals of Dyslexia*, *63*(2), 117–132. https://doi.org/10.1007/s11881-012-0075-3

Doignon-Camus, N., & Zagar, D. (2014). The syllabic bridge: The first step in learning spelling-to-sound correspondences. *Journal of Child Language*, *41*(5), 1147–1165. https://doi.org/10.1017/S0305000913000305

Doignon-Camus, N., Zagar, D., Marec-Breton, N., Besse, A., de la Haye, F., Bonneton, N., & Bonjour, E. (2009). Les enfants apprentis lecteurs perçoivent-ils la syllabe à l'écrit ? Le modèle DIAMS. *Apprentissage Du Langage Écrit : Aprroche Cognitive*, 33–47. https://doi.org/10.4000/books.pur.60428

Doignon, N., & Zagar, D. (2005). Illusory conjunctions in French: The nature of sublexical

units in visual word recognition. *Language and Cognitive Processes*, *20*(3), 443–464. https://doi.org/10.1080/01690960444000269

Doignon, N., & Zagar, D. (2006). Les enfants en cours d'apprentissage de la lecture perçoivent-ils la syllabe à l'écrit? *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *60*(4), 258–274. https://doi.org/10.1037/cjep2006024

Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School Readiness and Later Achievement. *Developmental Psychology*, *43*(6), 1428–1446. https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428

Duncan, L. G., Castro, S. L., Defior, S., Seymour, P. H. K., Baillie, S., Leybaert, J., Mousty, P., Genard, N., Sarris, M., Porpodas, C. D., Lund, R., Sigurdsson, B., Thráinsdóttir, A. S., Sucena, A., & Serrano, F. (2013). Phonological development in relation to native language and literacy: Variations on a theme in six alphabetic orthographies. *Cognition*, *127*(3), 398–419. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.02.009

Duncan, L. G., Colé, P., Seymour, P. H. K., & Magnan, A. (2006). Differing sequences of metaphonological development in French and English. *Journal of Child Language*, *33*(2), 369–399. https://doi.org/10.1017/S030500090600732X

Duncan, L. G., Seymour, P. H. K., & Hill, S. (1997). How important are rhyme and analogy in beginning reading? *Cognition*, *63*(2), 171–208. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(97)00001-2

Dupoux, E., Hirose, Y., Kakehi, K., Pallier, C., & Mehler, J. (1999). Epenthetic vowels in Japanese: A perceptual illusion? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *25*(6), 1568–1578. https://doi.org/10.1037/0096-1523.25.6.1568

Dupoux, E., Parlato, E., Frota, S., Hirose, Y., & Peperkamp, S. (2011). Where do illusory vowels come from? *Journal of Memory and Language*, *64*(3), 199–210. https://doi.org/10.1016/j.jml.2010.12.004

Eastvold, A. D., Belanger, H. G., & Vanderploeg, R. D. (2012). Does a third party observer affect neuropsychological test performance? It depends. *Clinical Neuropsychologist*, *26*(3), 520–541. https://doi.org/10.1080/13854046.2012.663000

Écalle, J. (2003). *Timé 2: Test d'Identification de Mots Ecrits pour enfants de 6 à 8 ans. [Timé 2: A visual word identification test for children from 6-to-8 years old]*. ECPA.

Écalle, J. (2006). *Timé 3: Test d'Identification de Mots Ecrits pour enfants de 7 à 15 ans. [Timé 3: A visual word identification test for children from 7-to-15 years old]*. Mot à Mot.

Ecalle, J., & Magnan, A. (2002). *L'apprentissage de la lecture: Fonctionnement et développement cognitifs.* (Armand Col).

Edwards, J. (1994). *The scars of dyslexia: Eight case studies in emotional reactions*. Burns & Oates.

Ehri, L. C. (1992). Reconceptualizing the development of sight wordreading and its relationship to recoding. In P. Gough, L. C. Ehri, & R. Treiman (Eds.), *Reading Acquisition* (pp. 107–143). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Ehri, L. C. (1998). Grapheme–phoneme knowledge is essential for learning to read words in English. In J. L. Metsala, L. C. Ehri, & R. Treiman (Eds.), *Word recognition in beginning literacy* (pp. 3–40). Erlbaum.

Ehri, L. C. (2005). Learning to read words: Theory, findings, and issues. *Scientific Studies of Reading*, *9*(2), 167–188. https://doi.org/10.1207/ s1532 799xs sr0902_4

Ehri, L. C. (2014). Orthographic mapping in the acquisition of sight word reading, spelling memory, and vocabulary learning. *Scientific Studies of Reading*, *18*(1), 5–21. https://doi.org/10.1080/10888 438.2013.819356

Ehri, L. C. (2020). The Science of Learning to Read Words: A Case for Systematic Phonics Instruction. *Reading Research Quarterly*, *55*(S1), S45–S60. https://doi.org/10.1002/rrq.334

Ehri, L. C., Nunes, S. R., Stahl, S. A., & Willows, D. M. (2001). Systematic phonics instruction helps students learn to read: Evidence from the national reading panel's meta-analysis. *Review of Educational Research*, *71*(3), 393–447. https://doi.org/10.3102/00346543071003393

Elbro, C., Borstrøm, I., & Petersen, D. K. (1998). Predicting Dyslexia From Kindergarten: The Importance of Distinctness of Phonological Representations of Lexical Items. *Reading Research Quarterly*, *33*(1), 36–60. https://doi.org/10.1598/rrq.33.1.3

Elbro, C., & Pallesen, B. R. (2002). The quality of phonological representations and phonological awareness: A causal link. In L. Verhoeven, C. Elbro, & P. Reitsma (Eds.), *Precursors of functional literacy* (pp. 17–31). John Benjamins Publishing Company.

Ellis, N. C., & Hooper, A. (2001). Why learning to read is easier in Welsh than in English: Orthographic transparency effects evinced with frequency-matched tests. *Applied Psycholinguistics*, *22*(4). https://doi.org/10.1017/s0142716401004052

Fälth, L., Gustafson, S., & Svensson, I. (2017). Phonological awareness training with articulation promotes early reading development. *Education*, *137*(3), 261–276.

Ferreiro, E. (2009). The transformation of children's knowledge of language units during beginning and initial literacy. In P. Hoffmann & Y. Goodman (Eds.), *Changing literacies for changing times: An historical perspective on the future of research reading research, public policy, and classroom practices* (pp. 61–75). Routledge.

Ferreiro, E., & Teberosky, A. (1999). *Psicogênese da língua escrita [Psychogenesis of written language]*. Porto Alegre, Brazil: Penso.

Fisher, S. E., & DeFries, J. C. (2002). Developmental dyslexia: Genetic dissection of a complex cognitive trait. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*(10), 767–780. https://doi.org/10.1038/nrn936

Fostick, L., & Revah, H. (2018). Dyslexia as a multi-deficit disorder: Working memory and auditory temporal processing. *Acta Psychologica*, *183*, 19–28. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2017.12.010

Fowler, A. E. (1991). How early phonological development might set the stage for phoneme awareness. In S Brady & D. Shankweiller (Eds.), *Phonological processes in literacy: A tribute to Isabelle Y. Liberman* (pp. 97–117). Routledge.

Frost, S. J., Landi, N., Mencl, W. E., Sandak, R., Fulbright, R. K., Tejada, E. T., Jacobsen, L., Grigorenko, E. L., Constable, R. T., & Pugh, K. R. (2009). Phonological awareness predicts activation patterns for print and speech. *Annals of Dyslexia*, *59*(1), 78–97. https://doi.org/10.1007/s11881-009-0024-y

Furnes, B., & Samuelsson, S. (2010). Predicting reading and spelling difficulties in transparent and opaque orthographies: A comparison between Scandinavian and US/Australian children. *Dyslexia*, *16*(2), 119–142. https://doi.org/10.1002/dys.401

Galaburda, A. M., & Kemper, T. L. (1979). Cytoarchitectonic abnormalities in developmental dyslexia: A case study. *Annals of Neurology*, *6*(2), 94–100. https://doi.org/10.1002/ana.410060203

Galaburda, A. M., LoTurco, J. J., Ramus, F., Fitch, R. H., & Rosen, G. D. (2006). From genes to behavior in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience*, *9*(10), 1213–1217. https://doi.org/10.1038/nn1772

Galaburda, A. M., Sherman, G. F., Rosen, G. D., Aboitiz, F., & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive patients with cortical anomalies. *Annals of Neurology*, *18*(2), 222–233. https://doi.org/10.1002/ana.410180210

Gallet, C., Viriot-Goeldel, C., & Leclercq, V. (2020). Effects of an early reading intervention based on grapho-syllabic decoding and fluency training in French elementary schools. *Revue Europeenne de Psychologie Appliquee*, *70*(1). https://doi.org/10.1016/j.erap.2019.100471

Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of Psychology of Education*, *8*(3), 259–272. https://doi.org/10.1007/BF03174081

Geeslin, K. L. (2018). The Spanish Sound System. In K. Geeslin (Ed.), *The Cambridge Handbook of Spanish Linguistics* (Cambridge, pp. 143–258). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316779194

Georgiou, G. K., Papadopoulos, T. C., Zarouna, E., & Parrila, R. (2012). Are auditory and visual processing deficits related to developmental dyslexia? *Dyslexia*, *18*(2), 110–129. https://doi.org/10.1002/dys.1439

Gialluisi, A., Andlauer, T. F. M., Mirza-Schreiber, N., Moll, K., Becker, J., Hoffmann, P., Ludwig, K. U., Czamara, D., Pourcain, B. S., Honbolygó, F., Tóth, D., Csépe, V., Huguet, G., Chaix, Y., Iannuzzi, S., Démonet, J. F., Morris, A. P., Hulslander, J., Willcutt, E. G., … Schulte-Körne, G. (2020). Genome-wide association study reveals new insights into the heritability and genetic correlates of developmental dyslexia. *Molecular Psychiatry*, *26*(7), 3004-3017. https://doi.org/10.1038/s41380-020-00898-x

Gierut, J. A. (2007). Phonological complexity and language learnability. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *16*(1), 6–17. https://doi.org/10.1044/1058-0360(2007/003)

Gillon, G. (2018). Effective Phonological Awareness Instruction for Children with Speech and Language Impairment. *Специфические Языковые Расстройства у Детей: Вопросы Диагностики и Коррекционно-Развивающего Воздействия*, 130–136.

Giraldo-Chica, M., Hegarty, J. P., & Schneider, K. A. (2015). Morphological differences in the

lateral geniculate nucleus associated with dyslexia. *NeuroImage: Clinical*, *7*, 830–836. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.03.011

Glazzard, J. (2010). The impact of dyslexia on pupils' self-esteem. *Support for Learning*, *25*(2), 63–69. https://doi.org/10.1111/j.1467-9604.2010.01442.x

Glazzard, J., & Dale, K. (2013). Trainee teachers with dyslexia: Personal narratives of resilience. *Journal of Research in Special Educational Needs*, *13*(1), 26–37. https://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2012.01254.x

Goldrick, M. (2004). Phonological features and phonotactic constraints in speech production. *Journal of Memory and Language*, *51*(4), 586–603. https://doi.org/doi:10.1016/j.jml.2004.07.004

Goldstein, H., Olszewski, A., Haring, G., Greenwood, c. R., McCune, L., Carta, J., & Kelley, E. S. (2017). Efficacy of a supplemental phonemic awareness curriculum to instruct preschoolers with delays in early literacy development. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *60*(1), 89–103. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0451

Gombert, J. E. (1990). *Le développement métalinguistique*. PUF.

Gombert, J. E. (1992). Activité de lecture et activités associées. In M. Fayol, P. Gombert, L. Lecocq, L. Sprenger-Charolles, & D. Zagar (Eds.), *Psychologie Cognitive de la Lecture* (pp. 107–140). PUF.

Gombert, J. E. (2003). Implicit and Explicit Learning to Read : Implication as for Subtypes of Dyslexia. *Current Psychology Letters*, *1*(10). https://doi.org/10.4000/cpl.202

Gombert, J. E., Bryant, P., & Warrick, N. (1997). *Les analogies dans l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe.* (L. Rieben, M. Fayol, & C. A. Perfetti (eds.); Des orthog). Delachaux & Niestlé.

Gombert, J. E., & Colé, P. (2000). Activités métalinguistiques, lecture et illettrisme. In M. Fayol & M. Kail (Eds.), *L'acquisition du Langage, vol. 2 Le langage en développement au-delà de trois ans* (pp. 117–150). PUF.

Gori, S., Cecchini, P., Bigoni, A., Molteni, M., & Facoetti, A. (2014). Magnocellular-dorsal pathway and sub-lexical route in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*(6), 1–11. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00460

Goslin, J., & Floccia, C. (2007). Comparing French syllabification in preliterate children and adults. *Applied Psycholinguistics*, *28*(2), 341–367. https://doi.org/10.1017/s0142716407070178

Goswami, U. (1988). Children's use of analogy in learning to spell. *British Journal of Developmental Psychology*, *6*(1), 21–33. https://doi.org/10.1111/j.2044-835X. 1988.tb010 77.x

Goswami, U. (1990). A special link between rhyming skill and the use of orthographic analogies by beginning readers. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *31*(2), 301–311. https://doi.org/10.1111/j. 1469-7610.1990. tb015 68.x

Goswami, U. (2005). Synthetic phonics and learning to read: A cross-language perspective. *International Journal of Phytoremediation*, *21*(4), 273–282.

https://doi.org/10.1080/02667360500344823

Goswami, U., & Bryant, P. (1990). *Phonological skills and learning to read*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315695068

Goswami, U., Wang, H. L. S., Cruz, A., Fosker, T., Mead, N., & Huss, M. (2011). Language-universal sensory deficits in developmental dyslexia: English, Spanish, and Chinese. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *23*(2), 325–337. https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21453

Gouskova, M. (2001). Falling sonority onsets, loanwords, and Syllable Contact. *Proceedings of CLS*, *37*, 175–185. papers2://publication/uuid/E0CCE973-B057-4830-8C1E-C46A79610C26

Gouskova, M. (2002). Exceptions to sonority distance generalizations. *Proceedings of CLS*, *38*, 253–268.

Gouskova, M. (2004). Relational hierarchies in Optimality Theory: The case of syllable contact. *Phonology*, *21*(2), 201–250. https://doi.org/10.1017/S095267570400020X

Hämäläinen, J. A., Salminen, H. K., & Leppänen, P. H. T. (2013). Basic Auditory Processing Deficits in Dyslexia: Systematic Review of the Behavioral and Event-Related Potential/ Field Evidence. *Journal of Learning Disabilities*, *46*(5), 413–427. https://doi.org/10.1177/0022219411436213

Hari, R., & Kiesilä, P. (1996). Deficit of temporal auditory processing in dyslexic adults. *Neuroscience Letters*, *205*(2), 138–140. https://doi.org/10.1016/0304-3940(96)12393-4

Hayes, Bruce. (1996). Phonetically driven phonology: The role of optimality theory and inductive grounding. In M. Darnell, E. Moravcsik, F. Newmeyer, M. Noonan, & K. Wheatley (Eds.), *Functionalism and Formalism in Linguistics: Volume I: General papers* (pp. 243–286). John Benjamins North America. https://doi.org/https://doi.org/10.1075/slcs.41.13hay

Hayes, Bruce. (2011). Interpreting sonority-projection experiments: The role of phonotactic modeling. *17th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS XVII)*, *August*, 835–838.

Hayes, Bruce, & Steriade, D. (2004). Introduction: The phonetic basis of phonological markedness. In B Hayes, R. Kirchner, & D. Steriade (Eds.), *Phonetically based Phonology* (pp. 1–32). Cambridge University. https://doi.org/10.1017/CBO9780511486401

Hayes, Bruce, & White, J. (2013). Phonological Naturalness and Phonotactic Learning. *Linguistic Inquiry*, *44*(1), 45–75. https://doi.org/10.1162/LING_a_00119

Heikkilä, R., Aro, M., Närhi, V., Westerholm, J., & Ahonen, T. (2013). Does Training in Syllable Recognition Improve Reading Speed? A Computer-Based Trial With Poor Readers From Second and Third Grade. *Scientific Studies of Reading*, *17*(6), 398–414. https://doi.org/10.1080/10888438.2012.753452

Hengeveld, K., & Leufkens, S. (2018). *Transparent and non-transparent languages*. *52*(1), 139–175. https://doi.org/https://doi.org/10.1515/flin-2018-0003

Henry, J. D., Von Hippel, C., & Shapiro, L. (2010). Stereotype threat contributes to social

difficulties in people with schizophrenia. *British Journal of Clinical Psychology*, *49*(1), 31–41. https://doi.org/10.1348/014466509X421963

Hess, T., Auman, C., Colcombe, S., & Rahhal, T. (2003). The Impact of Stereotype Threat on Age Differences in Memory Performance. *The Journals of Gerontology: Series B*, *58*(1), 3–11. https://doi.org/10.1093/geronb/58.1.P3

Hooper, J. B. (1972). The syllable in phonological theory. *Language*, *48*(3), 525–540. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/412031

Hornickel, J., & Kraus, N. (2013). Unstable representation of sound: A biological marker of dyslexia. *Journal of Neuroscience*, *33*(8), 3500–3504. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4205-12.2013

Hua, Z., & Dodd, B. (2006). *Phonological development and disorders in children: A multilingual perspective* (Z. Hua & B. Dodd (eds.)). Child Language and Child Development.

Hudjetz, A., & Oberauer, K. (2007). The effects of processing time and processing rate on forgetting in working memory. *Memory and Cognition*, *35*(7), 1675. http://www.springerlink.com/index/10.3758/BF03193501%5Cnhttp://mc.psychonomic-journals.org/content/35/7/1675.full.pdf

Huemer, S., Aro, M., Landerl, K., & Lyytinen, H. (2010). Repeated reading of syllables among finnish-speaking children with poor reading skills. *Scientific Studies of Reading*, *14*(4), 317–340. https://doi.org/10.1080/10888430903150659

Huettig, F., Kolinsky, R., & Lachmann, T. (2018). The culturally co-opted brain: how literacy affects the human mind. *Language, Cognition and Neuroscience*, *33*(3), 275–277. https://doi.org/10.1080/23273798.2018.1425803

Hulme, C., Hatcher, P. J., Nation, K., Brown, A., Adams, J., & Stuart, G. (2002). Phoneme awareness is a better predictor of early reading skill than onset-rime awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*(1), 2–28. https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2670

Hulme, C., & Snowling, M. J. (2012). Learning to Read: What We Know and What We Need to Understand Better. *Child Development Perspectives*, *7*(1), 1–5. https://doi.org/10.1111/cdep.12005

Humphreys, P., Kaufmann, W. E., & Galaburda, A. M. (1990). Developmental dyslexia in women: Neuropathological findings in three patients. *Annals of Neurology*, *28*(6), 727–738. https://doi.org/10.1002/ana.410280602

Hunter, D. R. P. (2019). *Sonority Distance Preferences in Developmental Dyslexia: Investigating Linguistic Universals for Application in Clinical Approaches*. Doctoral dissertation, San Diego State University.

Jakielski, K. (2002). *A new method for measuring articulatory complexity*. American Speech-Language-Hearing Association Annual Convention, Atlanta, USA.

Jespersen, O. (1904). Lehrbuch der Phonetik. *Bulletin de l'École Française d'Extrême-Orient*, *5*, 467–468.

Jiménez González, J. E., & Valle, I. H. (2000). Word identification and reading disorders in

the Spanish language. *Journal of Learning Disabilities*, *33*(1), 44–60. https://doi.org/10.1177/002221940003300108

Johns, M., Inzlicht, M., & Schmader, T. (2008). Stereotype Threat and Executive Resource Depletion: Examining the Influence of Emotion Regulation. *Journal of Experimental Psychology: General*, *137*(4), 691–705. https://doi.org/10.1037/a0013834

Kerek, E., & Niemi, P. (2012). Grain-size units of phonological awareness among Russian first graders. *Written Language and Literacy*, *15*(1), 80–113. https://doi.org/10.1075/wll.15.1.05ker

Kessler, B., & Treiman, R. (1997). Syllable structure and the distribution of phonemes in english syllables. *Journal of Memory and Language*, *37*(3), 295–311. https://doi.org/10.1006/jmla.1997.2522

Knoop-van Campen, C. A. N., Segers, E., & Verhoeven, L. (2018). How phonological awareness mediates the relation between working memory and word reading efficiency in children with dyslexia. *Dyslexia*, *24*(2), 156–169. https://doi.org/10.1002/dys.1583

Kolinsky, R., Carvalho, C., Leite, I., Franco, A., & Morais, J. (2019). How to Teach Fully Illiterate Adults to Read. *The Wiley Handbook of Adult Literacy*, 407–428. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119261407.ch19

Kolinsky, R., & Morais, J. (2018). The worries of wearing literate glasses. *L'Année Psychologique*, *118*(4), 321–347. https://doi.org/10.3917/anpsy1.184.0321

Kudo, M. F., Lussier, C. M., & Swanson, H. L. (2015). Reading disabilities in children: A selective meta-analysis of the cognitive literature. *Research in Developmental Disabilities*, *40*, 51–62. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.01.002

La Paro, K. M., & Pianta, R. C. (2000). Predicting children's competence in the early school years: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, *70*(4), 443–484. https://doi.org/10.3102/00346543070004443

Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., O'Donovan, M., Williams, J., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Tõth, D., Honbolygõ, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Chaix, Y., Démonet, J. F., … Schulte-Körne, G. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *54*(6), 686–694. https://doi.org/10.1111/jcpp.12029

Landerl, K., Wimmer, H., & Frith, U. (1997). The impact of orthographic consistency on dyslexia: A German-English comparison. *Cognition*, *63*(3), 315–334. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(97)00005-X

Lefavrais, P. (1967). *Test de l'Alouette [Alouette test]*. Editions Centre de Psychologie Appliquée (ECPA).

Lemaire, P. (1999). *Psychologie cognitive*. De Boeck.

Léon, P. (2007). *Phonétisme et prononciations du français*. Armand Colin.

Liberman, I. Y., Shankweiler, D., Fischer, F. W., & Carter, B. (1974). Explicit syllable and phoneme segmentation in the young child. *Journal of Experimental Child Psychology*,

18(2), 201–212. https://doi.org/10.1016/0022-0965(74)90101-5

Liefooghe, B., Barrouillet, P., Vandierendonck, A., & Camos, V. (2008). Working Memory Costs of Task Switching. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *34*(3), 478–494. https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.3.478

Lisle, K., & Wade, T. J. (2013). Does the Presence of a Learning Disability Elicit a Stigmatization? *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, *4*(2), 211–225. https://doi.org/10.9734/BJESBS/2014/6379

Lock, R. H., & Layton, C. A. (2001). Succeeding in Postsecondary Ed through Self-Advocacy. *TEACHING Exceptional Children*, *34*(2), 66–71. https://doi.org/10.1177/004005990103400210

Lonigan, C. J. (2007). Vocabulary development and the development of phonological awareness skills in preschool children. In R. Wagner, A. Muse, & K. Tannenbaum (Eds.), *Vocabulary acquisition: Implications for reading comprehension* (pp. 15–31). Guilford Press.

López-Barroso, D., Thiebaut de Schotten, M., Morais, J., Kolinsky, R., Braga, L. W., Guerreiro-Tauil, A., Dehaene, S., & Cohen, L. (2020). Impact of literacy on the functional connectivity of vision and language related networks. *NeuroImage*, *213*(March). https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116722

Lukatela, K., Carello, C., Shankweiler, D., & Liberman, I. Y. (1995). Phonological awareness in illterates: Observations from Serbo-Croatian. *Applied Psycholinguistics*, *16*(4), 463–488. https://doi.org/10.1017/S0142716400007487

Lyon, G. R., Shaywitz, B. A., & Shaywitz, S. E. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *53*, 1–14. https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9

Lyon, G. R., Sl, B. a, Catts, H., Dickman, E., Eden, G., Fletcher, J. M., Gilger, J. W., Morris, R., Tomey, H., & Viall, T. (2003). Defining Dyslexia , Comorbidity , Teachers ' Knowledge of Language and Reading A Definition of Dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *53*(1), 1–14. https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.3.662

Maehler, C., Joerns, C., & Schuchardt, K. (2019). Training working memory of children with and without dyslexia. *Children*, *6*(3), 1–16. https://doi.org/10.3390/children6030047

Maehler, C., & Schuchardt, K. (2016). Working memory in children with specific learning disorders and/or attention deficits. *Learning and Individual Differences*, *49*, 341–347. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.05.007

Maïonchi-Pino, N. (2008). *Le traitement syllabique chez l'enfant normo-lecteur et dyslexique: rôle des caractéristiques linguistiques du français. Thèse de doctorat. Lyon : Université Lumière Lyon 2.*

Maïonchi-Pino, N., Carmona, A., Tossonian, M., Lucas, O., Loiseau, V., & Ferrand, L. (2020). Universal Restrictions in Reading: What Do French Beginning Readers (Mis)perceive? *Frontiers in Psychology*, *10*, 1–15. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02914

Maïonchi-Pino, N., de Cara, B., Écalle, J., & Magnan, A. (2012a). Are French dyslexic children sensitive to consonant sonority in segmentation strategies? Preliminary evidence from a letter detection task. *Research in Developmental Disabilities*, *33*(1), 12–23.

https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.07.045

Maïonchi-Pino, N., de Cara, B., Écalle, J., & Magnan, A. (2012b). Do Consonant Sonority and Status Influence Syllable-Based Segmentation Strategies in a Visual Letter Detection Task? Developmental Evidence in French Children. *Scientific Studies of Reading*, *16*(6), 550–562. https://doi.org/10.1080/10888438.2011.620672

Maïonchi-Pino, N., de Cara, B., Écalle, J., & Magnan, A. (2015). Is syllable segmentation developmentally constrained by consonant sonority within syllable boundaries in silent reading? Evidence in French children. *Journal of Research in Reading*, *38*(3), 226–248. https://doi.org/10.1111/1467-9817.12038

Maïonchi-Pino, N., Magnan, A., & Écalle, J. (2010). Syllable frequency effects in visual word recognition: Developmental approach in French children. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *31*(1), 70–82. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2009.08.003

Maïonchi-Pino, N., Taki, Y., Yokoyama, S., Magnan, A., Takahashi, K., Hashizume, H., écalle, J., & Kawashima, R. (2013). Is the phonological deficit in developmental dyslexia related to impaired phonological representations and to universal phonological grammar? *Journal of Experimental Child Psychology*, *115*(1), 53–73. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.10.006

Majerus, S., & Cowan, N. (2016). The nature of verbal short-term impairment in dyslexia: The importance of serial order. *Frontiers in Psychology*, *7*(OCT). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01522

Majerus, S., Cowan, N., Péters, F., Van Calster, L., Phillips, C., & Schrouff, J. (2016). Cross-Modal Decoding of Neural Patterns Associated with Working Memory: Evidence for Attention-Based Accounts of Working Memory. *Cerebral Cortex*, *26*(1), 166–179. https://doi.org/10.1093/cercor/bhu189

Marshall, C. M., Ramus, F., & van der Lely, H. (2010). Do children with dyslexia and/or specific language impairment compensate for place assimilation? Insight into phonological grammar and representations. *Cognitive Neuropsychology*, *27*(7), 563–586. https://doi.org/10.1080/02643294.2011.588693

Marshall, C. M., Snowling, M. J., & Bailey, P. J. (2001). Rapid Auditory Processing and Phonological Ability in Normal Readers and Readers with Dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*(1–4), 925–940. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/073)

Martin, J., Colé, P., Leuwers, C., Casalis, S., Zorman, M., & Sprenger-Charolles, L. (2010). Reading in French-speaking adults with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *60*(2), 238–264. https://doi.org/10.1007/s11881-010-0043-8

Martinez-Garay, I., Guidi, L. G., Holloway, Z. G., Bailey, M. A. G., Lyngholm, D., Schneider, T., Donnison, T., Butt, S. J. B., Monaco, A. P., Molnár, Z., & Velayos-Baeza, A. (2017). Normal radial migration and lamination are maintained in dyslexia-susceptibility candidate gene homolog Kiaa0319 knockout mice. *Brain Structure and Function*, *222*(3), 1367–1384. https://doi.org/10.1007/s00429-016-1282-1

Martinez Perez, T., Majerus, S., Mahot, A., & Poncelet, M. (2012). Evidence for a specific

impairment of serial order short-term memory in dyslexic children. *Dyslexia*, *18*(2), 94–109. https://doi.org/10.1002/dys.1438

Mathey, S., & Zagar, D. (2002). Lexical similarity in visual word recognition: The effect of syllabic neighborhood in French. *Current Psychology Letters: Behaviour, Brain & Cognition*, *8*, 107–121. https://doi.org/https://doi.org/10.4000/cpl.210

Mazerolle, M., Régner, I., Morisset, P., Rigalleau, F., & Huguet, P. (2012). Stereotype Threat Strengthens Automatic Recall and Undermines Controlled Processes in Older Adults. *Psychological Science*, *23*(7), 723–727. https://doi.org/10.1177/0956797612437607

Mazerolle, M., Régner, I., Rigalleau, F., & Huguet, P. (2015). Stereotype Threat Alters the Subjective Experience of Memory. *Experimental Psychology*, *62*(6), 395–402. https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000303

Mazerolle, M., Smith, A. M., Torrance, M., & Thomas, A. K. (2021). Understanding Older Adults' Memory Distortion in the Light of Stereotype Threat. *Frontiers in Psychology*, *12*, 656. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.628696

McCarthy, J. J. (2004). A Prosodic Theory of Nonconcatenative Morpholoy. *Morphology: Morphology: Its Relation to Phonology*, *3*(3), 230. https://www.jstor.org/stable/4178229

McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review*, *88*(5), 375. https://doi.org/10.1037/0033-295X.88.5.375

McNulty, M. A. (2003). Dyslexia and the life course. *Journal of Learning Disabilities*, *36*(4), 363–381. https://doi.org/10.1177/00222194030360040701

McQueen, J. M. (1996). Word Spotting. *Language and Cognitive Processes*, *11*(6), 695–699. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/016909696387114

McQueen, J. M. (1998). Segmentation of continuous speech using phonotactics. *Journal of Memory and Language*, *39*(1), 21–46. https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2568

Medina, V., Hoonhorst, I., Bogliotti, C., & Serniclaes, W. (2010). Development of voicing perception in French: Comparing adults, adolescents, and children. *Journal of Phonetics*, *38*(4), 493–503. https://doi.org/10.1016/j.wocn.2010.06.002

Medina, V., & Serniclaes, W. (2005). Late development of the categorical perception of speech sounds in pre-adolescent children. *ZAS Papers in Linguistics*, *42*, 13–31. https://doi.org/10.21248/zaspil.42.2005.271

Mehler, J., Dommergues, J. Y., Frauenfelder, U., & Segui, J. (1981). The Syllable's Role in Speech Segmentation. *Journal of Verval Learning and Verbal Behavious*, *20*(3), 298–305. https://doi.org/10.1016/S0022-5371(81)90450-3

Melby-Lervåg, M., & Lervig, A. (2011). Oral language skills moderate nonword repetition skills in children with dyslexia: A meta-analysis of the role of nonword repetition skills in dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, *16*(1), 1–34. https://doi.org/10.1037/bul0000037

Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, *138*(2), 322–352.

https://doi.org/10.1037/a0026744

Meynadier, Y. (2001). La syllabe phonétique et phonologique : Une introduction. *Travaux Interdisciplinaires Du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-En-Provence*, *20*(2001), 91–148. hal-00285531f

Mora, G., & Camos, V. (2013). Two Systems of Maintenance in Verbal Working Memory: Evidence from the Word Length Effect. *PLoS ONE*, *8*(7). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070026

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. https://doi.org/10.1016/0010-0277(79)90020-9

Morais, J., & Kolinsky, R. (2019). Phonological Abilities in Fully Illiterate Adults. *The Wiley Handbook of Adult Literacy*, 41–61. https://doi.org/10.1002/9781119261407.ch2

Morais, J., & Kolinsky, R. (2021). Seeing thought: a cultural cognitive tool. In *Journal of Cultural Cognitive Science* (Vol. 5, Issue 2). https://doi.org/10.1007/s41809-020-00059-0

Mundy, I. R., & Carroll, J. M. (2012). Speech prosody and developmental dyslexia: Reduced phonological awareness in the context of intact phonological representations. *Journal of Cognitive Psychology*, *24*(5), 560–581. https://doi.org/10.1080/20445911.2012.662341

Munson, B., Edwards, J., & Beckman, M. E. (2005). Relationships between nonword repetition accuracy and other measures of linguistic development in children with phonological disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *48*(1), 61–78. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/006)

Murray, R. W., & Vennemann, T. (1983). Linguistic Society of America Sound Change and Syllable Structure in Germanic Phonology. *Language*, *59*(3), 514–528. https://doi.org/10.2307/413901

Muter, V. (1994). Influence of phonological awareness and letter knowledge on beginning reading and spelling development. In C. Hulme & M. J. Snowling (Eds.), *Reading development and dyslexia* (pp. 45–62). Whurr Publishers.

Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. J., & Stevenson, J. (2004). Phonemes, Rimes, Vocabulary, and Grammatical Skills as Foundations of Early Reading Development: Evidence From a Longitudinal Study. *Developmental Psychology*, *40*(5), 665–681. https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.5.665

Nation, K., & Hulme, C. (2011). Learning to read changes children's phonological skills: Evidence from a latent variable longitudinal study of reading and nonword repetition. *Developmental Science*, *14*(4), 649–659. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01008.x

Nemeth, D., Turcsik, A. B., Farkas, G., & Janacsek, K. (2013). Social communication impairs working-memory performance. *Applied Neuropsychology*, *20*(3), 211–214. https://doi.org/10.1080/09084282.2012.685134

Neuville, E., & Croizet, J. C. (2007). Can salience of gender identity impair math performance among 7-8 years old girls? The moderating role of task difficulty. *European Journal of*

Psychology of Education, *22*(3), 307–316. https://doi.org/10.1007/BF03173428

Nikolopoulos, D., Goulandris, N., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2006). The cognitive bases of learning to read and spell in Greek: Evidence from a longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *94*(1), 1–17. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.11.006

Noordenbos, M. W., & Serniclaes, W. (2015). The Categorical Perception Deficit in Dyslexia: A Meta-Analysis. *Scientific Studies of Reading*, *19*(5), 340–359. https://doi.org/10.1080/10888438.2015.1052455

Novita, S. (2016). Secondary symptoms of dyslexia: a comparison of self-esteem and anxiety profiles of children with and without dyslexia. *European Journal of Special Needs Education*, *31*(2), 279–288. https://doi.org/10.1080/08856257.2015.1125694

OCDE. (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science, vol. I, PISA, OECD Publishing.*

Olive, T., & Piolat, A. (2005). Le rôle de la mémoire de travail dans la production écrite de textes. *Psychologie Francaise*, *50*(3), 373–390. https://doi.org/10.1016/j.psfr.2005.05.002

Pacheco, A., Reis, A., Araújo, S., Inácio, F., Petersson, K. M., & Faísca, L. (2014). Dyslexia heterogeneity: cognitive profiling of Portuguese children with dyslexia. *Reading and Writing*, *27*(9), 1529–1545. https://doi.org/10.1007/s11145-014-9504-5

Pallier, C. (1997). Phonemes and Syllables in Speech Perception: size of the attentional focus in French. *Eurospeech97*, *4*, 2159–2162. http://cogprints.org/751/

Parker, S. (2002). *Quantifying the Sonority Hierarchy. Doctoral Dissertation*.

Parker, S. (2008). Sound level protrusions as physical correlates of sonority. *Journal of Phonetics*, *36*(1), 55–90. https://doi.org/10.1016/j.wocn.2007.09.003

Parker, S. (2017). Sounding out Sonority. *Language and Linguistics Compass*, *11*(9), 1–197. https://doi.org/10.1111/lnc3.12248

Patel, T. K., Snowling, M. J., & De Jong, P. F. (2004). A Cross-Linguistic Comparison of Children Learning to Read in English and Dutch. *Journal of Educational Psychology*, *96*(4), 785–797. https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.4.785

Paulesu, E., Démonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C. D., & Frith, U. (2001). Dyslexia: Cultural diversity and biological unity. *Science*, *291*(5511), 2165–2167. https://doi.org/10.1126/science.1057179

Peereman, R., Lété, B., & Sprenger-Charolles, L. (2007). Manulex-Infra: Distributional characteristics of grapheme-phoneme mappings, infra-lexical and lexical units in child-directed written material. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, *39*(3), 579–589. https://doi.org/10.3758/bf03193029

Pennington, B. F., Gilger, J. W., Pauls, D., Smith, S. A., Smith, S. D., & Defries, J. C. (1991). Evidence for Major Gene Transmission of Developmental Dyslexia. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, *266*(11), 1527–1534. https://doi.org/10.1001/jama.1991.03470110073036

Pennington, B. F., & Lefly, D. L. (2001). Early reading development in children at family risk for dyslexia. *Child Development*, *72*(3), 816–833. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00317

Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2015). Developmental dyslexia. *Annual Review of Clinical Psychology*, *11*, 283–307. https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032814-112842

Pfost, M., Blatter, K., Artelt, C., Stanat, P., & Schneider, W. (2019). Effects of training phonological awareness on children's reading skills. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *65*, 101–107. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2019.101067

Pons-Moll, C. (2011). It is all downhill from here: A typological study of the role of Syllable Contact in Romance languages. *Probus*, *23*(1), 105–173. https://doi.org/10.1515/prbs.2011.004

Pons-Moll, C. (2016). Steve Parker (ed.)(2012). The sonority controversy.(Phonology and Phonetics 18.) Berlin & Boston: De Gruyter Mouton. Pp. xvi+ 487. *Phonology*, *33*(1), 195–207. https://doi.org/10.1017/S0952675716000075

Prince, A., & Smolensky, P. (1997). Optimality: From neural networks to universal grammar. *Science*, *275*(5306), 1604–1610. https://doi.org/10.1126/science.275.5306.1604

Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of Experimental Child Psychology*, *110*(4), 647–658. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.07.004

Ramachandra, V., & Karanth, P. (2007). The role of literacy in the conceptualization of words: Data from Kannada-speaking children and non-literate adults. *Reading and Writing*, *20*(3), 173–199. https://doi.org/10.1007/s11145-006-9000-7

Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, *13*(2), 212–218. https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00035-7

Ramus, F., & Ahissar, M. (2012). Developmental dyslexia: The difficulties of interpreting poor performance, and the importance of normal performance. *Cognitive Neuropsychology*, *29*(1–2), 104–122. https://doi.org/10.1080/02643294.2012.677420

Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, *126*(4), 841–865. https://doi.org/10.1093/brain/awg076

Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*(1), 129–141. https://doi.org/10.1080/17470210701508822

Rao, S. (2004). Faculty Attitudes and Students With Disabilities in Higher Education: A Literature Review. *College Student Journal*, *38*(2), 191–198.

Rayner, K., Foorman, B., Perfetti, C. A., Pesetsky, D., & Seidenberg, M. S. (2001). How Psychological Science Informs the Teaching of Reading. *Psychological Science in the Public Interest*, *2*(2), 31–74. https://doi.org/10.1111/1529-1006.00004

Riddick, B. (1996). *Living with dyslexia. The social and emotional consequences of specific learning difficulties*. Routledge.

Riddick, B., Sterling, C., Farmer, M., & Morgan, S. (1999). Self-esteem and anxiety in the educational histories of adult dyslexic students. *Dyslexia*, *5*(4), 227–248. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0909(199912)5:4<227::AID-DYS146>3.0.CO;2-6

Riley, E. A. (2014). Effects of phonological complexity on error production and pseudoword training in acquired phonological dyslexia. *(Doctoral Dissertation)*.

Roitsch, J., & Watson, S. (2019). An Overview of Dyslexia: Definition, Characteristics, Assessment, Identification, and Intervention. *Science Journal of Education*, *7*(4), 81–86. https://doi.org/10.11648/j.sjedu.20190704.11

Rydell, R. J., McConnell, A. R., & Beilock, S. L. (2009). Multiple Social Identities and Stereotype Threat: Imbalance, Accessibility, and Working Memory. *Journal of Personality and Social Psychology*, *96*(5), 949–966. https://doi.org/10.1037/a0014846

Rydell, R. J., Rydell, M. T., & Boucher, K. L. (2010). The Effect of Negative Performance Stereotypes on Learning. *Journal of Personality and Social Psychology*, *99*(6), 883–896. https://doi.org/10.1037/a0021139

Saksida, A., Iannuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonet, J. F., Bricout, L., Billard, C., Nguyen-Morel, M. A., Heuzey, M. F. Le, Soares-Boucaud, I., George, F., Ziegler, J. C., & Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span, and visual stress in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, *52*(10), 1503–1516. https://doi.org/10.1037/dev0000184

Sargiani, R. D. A., Ehri, L. C., & Maluf, M. R. (2018). Orthographic mapping instruction to facilitate reading and spelling in Brazilian emergent readers. *Applied Psycholinguistics*, *39*(6), 1405–1437. https://doi.org/10.1017/S0142716418000371

Sargiani, R. de A., Ehri, L. C., & Maluf, M. R. (2021). Teaching Beginners to Decode Consonant–Vowel Syllables Using Grapheme–Phoneme Subunits Facilitates Reading and Spelling as Compared With Teaching Whole-Syllable Decoding. *Reading Research Quarterly*, *57*(2), 629–648. https://doi.org/10.1002/rrq.432

Savage, R., Frederickson, N., Goodwin, R., Patni, U., Smith, N., & Tuersley, L. (2005). Evaluating current deficit theories of poor reading: Role of phonological processing, naming speed, balance automaticity, rapid verbal perception and working memory. *Perceptual and Motor Skills*, *101*, 345–361. https://doi.org/10.2466/pms.101.2.345-361

Scarborough, H. S. (1991). Antecedents to reading disability: Preschool language development and literacy experiences of children from dyslexic families. *Reading and Writing*, *3*(3–4), 219–233. https://doi.org/10.1007/BF00354959

Scarborough, H. S. (2005). Developmental relationships between language and reading: Reconciling a beautiful hypothesis with some ugly facts. In H. Catts & A. Kamhi (Eds.), *The connections between language and reading disabilities* (pp. 3–24). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Scerri, T. S., & Schulte-Körne, G. (2010). Genetics of developmental dyslexia. *European Child and Adolescent Psychiatry*, *19*(3), 179–197. https://doi.org/10.1007/s00787-009-0081-0

Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An Integrated Process Model of Stereotype Threat Effects on Performance. *Psychological Review*, *115*(2), 336–356. https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336

Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2019). *E-Prime 3.0 reference guide manual*. Psychology Software Tools.

Seidenberg, M. S. (1987). Sublexical structures in visual word recognition: Access units or orthographic redundancy? In M. Coltheart (Ed.), *Attention Attention and performance 12: The psychology of reading* (pp. 245–263). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Selkrik, E. (1982). The syllable. In H. van der Hulst & N. Smith (Eds.), *The structure of phonological representations* (pp. 337–383). Foris.

Selkrik, E. (1984). On the major class features and syllable theory. In M. Aronoff & R. Oehrle (Eds.), *Language sound structure.* (pp. 107–136). MIT Press.

Serniclaes, W., Sprenger-Charolles, L., Carré, R., & Démonet, J. F. (2001). Perceptual Discrimination of Speech Sounds in Developmental Dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*(2), 384–399. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/032)

Serniclaes, W., Van Heghe, S., Mousty, P., Carré, R., & Sprenger-Charolles, L. (2004). Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*(4), 336–361. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.02.001

Seymour, P. H. K., Aro, M., Erskine, J. M., Wimmer, H., Leybaert, J., Elbro, C., Lyytinen, H., Gombert, J. E., Le Normand, M. T., Schneider, W., Porpodas, C. D., Ragnarsdottir, H., Tressoldi, P., Vio, C., De Groot, A., Licht, R., Iønnessen, F. E., Castro, S. L., Cary, L., … Olofsson, Å. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, *94*(2), 143–174. https://doi.org/10.1348/000712603321661859

Seymour, P. H. K., & Duncan, L. G. (1997). Small versus large unit theories of reading acquisition. *Dyslexia*, *3*(3), 125–134. https://doi.org/10.1002/(sici)1099-0909(199709)3:3<125::aid-dys85>3.3.co;2-w

Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, *55*(2), 151–218. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2

Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning: A direct test of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, *72*(2), 95–129. https://doi.org/10.1006/jecp.1998.2481

Share, D. L. (2008). Orthographic learning, phonological recoding, and self-teaching. In *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 36). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/S0065-2407(08)00002-5

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological Psychiatry*, *57*(11), 1301–1309. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.01.043

Singer, E. (2008). Coping with academic failure, a study of Dutch children with dyslexia. *Dyslexia*, *14*(4), 314–333. https://doi.org/10.1002/dys.352

Skinner, T. (2013). Women’s perceptions of how their dyslexia impacts on their mothering.

Disability and Society, *28*(1), 81–95. https://doi.org/10.1080/09687599.2012.695526

Snowling, M. J. (2001). From Language to Reading and Dyslexia. *Dyslexia*, *7*(1), 37–46. https://doi.org/10.1002/dys.185

Snowling, M. J. (2006). *Dyslexia* (2nd ed). Blackwell.

Snowling, M. J., Gallagher, A., & Frith, U. (2003). Family Risk of Dyslexia Is Continuous: Individual Differences in the Precursors of Reading Skill. *Child Development*, *74*(2), 358–373. https://doi.org/10.1111/1467-8624.7402003

Snowling, M. J., Gooch, D. C., & Henderson, L. M. (2012). Dyslexia. *Encyclopedia of Human Behavior: Second Edition*, 732–739. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00139-7

Snowling, M. J., Goulandris, N., & Defty, N. (1996). A Longitudinal Study of Reading Development in Dyslexic Children. *Journal of Educational Psychology*, *88*(4), 653–669. https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.4.653

Snowling, M. J., & Hulme, C. (1994). The development of phonological skills. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *346*(1315), 21–27. https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0124

Spencer, A. (1996). *Phonology*. Oxford: Blackwell.

Spencer, L. H., & Richard Hanley, J. (2003). Effects of orthographic transparency on reading and phoneme awareness in children learning to read in Wales. *British Journal of Psychology*, *94*(1), 1–28. https://doi.org/10.1348/000712603762842075

Spencer, S. J., Logel, C., & Davies, P. G. (2016). Stereotype threat. *Annual Review of Psychology*, *67*, 415–437. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-073115-103235

Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype Threat and Women's Math Performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, *35*(1), 4–28. https://doi.org/10.1006/jesp.1998.1373

Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia: Evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *54*(2), 87–103. https://doi.org/10.1037/h0087332

Sprenger-Charolles, L., & Siegel, L. S. (1997). A longitudinal study of the effects of syllabic structure on the development of reading and spelling skills in French. *Applied Psycholinguistics*, *18*(4), 485–505. https://doi.org/10.1017/s014271640001095x

Stangor, C., Carr, C., & Kiang, L. (1998). Activating stereotypes undermines task performance expectations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *75*(5), 1191–1197. https://doi.org/10.1037/0022-3514.75.5.1191

Steele, C. M. (1997). A Threat in the Air: How Stereotypes Shape Intellectual Identity and Performance. *American Psychologist*, *52*(6), 613–629. https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.6.613

Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, *69*(5), 797–811. https://doi.org/10.1037//0022-3514.69.5.797

Stein, J. F. (2018). Does dyslexia exist? *Language, Cognition and Neuroscience*, *33*(3), 313–320. https://doi.org/10.1080/23273798.2017.1325509

Stenneken, P., Conrad, M., & Jacobs, A. M. (2007). Processing of syllables in production and recognition tasks. *Journal of Psycholinguistic Research*, *36*(1), 65–78. https://doi.org/10.1007/s10936-006-9033-8

Stoet, G., & Hommel, B. (1999). Action planning and the temporal binding of response codes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *25*(6), 1625–1640.

Swan, D., & Goswami, U. (1997). Picture naming deficits in developmental dyslexia: The phonelogical representations hypothesis. *Brain and Language*, *56*(3), 334–353. https://doi.org/10.1006/brln.1997.1855

Swanson, H. L., & Berninger, V. W. (1996). Individual differences in children's working memory and writing skill. *Journal of Experimental Child Psychology*, *63*(2), 358–385. https://doi.org/10.1006/jecp.1996.0054

Szalkowski, C. E., Fiondella, C. F., Truong, D. T., Rosen, G. D., LoTurco, J. J., & Fitch, R. H. (2013). The effects of Kiaa0319 knockdown on cortical and subcortical anatomy in male rats. *International Journal of Developmental Neuroscience*, *31*(2), 116–122. https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2012.11.008

Szalkowski, C. E., Fiondella, C. G., Galaburda, A. M., Rosen, G. D., LoTurco, J. J., & Fitch, R. H. (2012). Neocortical disruption and behavioral impairments in rats following in utero RNAi of candidate dyslexia risk gene Kiaa0319. *International Journal of Developmental Neuroscience*, *30*(4), 293–302. https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2012.01.009

Szenkovits, G., Darma, Q., Darcy, I., & Ramus, F. (2016). Exploring dyslexics' phonological deficit II: Phonological grammar. *First Language*, *36*(3), 316–337. https://doi.org/10.1177/0142723716648841

Taft, M., & Álvarez, C. J. (2014). Coda optimization in the segmentation of English polysyllabic letter-strings. *Experimental Psychology*, *61*(6), 488–494. https://doi.org/https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000266

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, *9*(2), 182–198. https://doi.org/10.1016/0093-934X(80)90139-X

Tamási, K., & Berent, I. (2015). Sensitivity to Phonological Universals: The Case of Stops and Fricatives. *Journal of Psycholinguistic Research*, *44*(4), 359–381. https://doi.org/10.1007/s10936-014-9289-3

Thomson, J. M., Richardson, U., & Goswami, U. (2005). Phonological similarity neighborhoods and children's short-term memory: Typical development and dyslexia. *Memory and Cognition*, *33*(7), 1210–1219. https://doi.org/10.3758/BF03193223

Tossonian, M. (2019). *Les règles phonologiques universelles : comment contribuent-elles aux stratégies de lecture chez les adultes normo-lecteurs et illettrés ?* Université Clermont Auvergne.

Tossonian, M., Ferrand, L., Lucas, O., Berthon, M., & Maïonchi-Pino, N. (2020). Sonority as a Phonological Cue in Early Perception of Written Syllables in French. *Frontiers in*

Psychology, *11*, 1–10. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.558443

Treiman, R. (1985). Onsets and rimes as units of spoken syllables: Evidence from children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *39*(1), 161–181. https://doi.org/10.1016/0022-0965(85)90034-7

Treiman, R. (1986). The division between onsets and rimes in English syllables. *Journal of Memory and Language*, *25*(4), 476–491. https://doi.org/10.1016/0749-596X(86)90039-2

Treiman, R. (1991). Phonological Awareness and Its Roles in Learning to Read and Spell. *Springer Series in Language and Communication*, 159–189. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3010-6_6

Treiman, R., & Chafetz, J. (1987). Are there onset -and rime- like units in printed words? In M. Coltheart (Ed.), *The psychology of reading* (Attention, pp. 281–298). Erlbaum.

Treiman, R., Pollo, T. C., Cardoso-Martins, C., & Kessler, B. (2013). Do young children spell words syllabically? Evidence from learners of Brazilian Portuguese. *Journal of Experimental Child Psychology*, *116*(4), 873–890. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.08.002

Treiman, R., & Zukowski, A. (1991). Levels of phonological awareness. *Phonological Processes in Literacy: A Tribute to Isabelle Y. Liberman*, 67–83.

Tressoldi, P. E., Vio, C., & Lozzino, R. (2007). Efficacy of an intervention to improve fluency in children with developmental dyslexia in a regular orthography. *Journal of Learning Disabilities*, *40*(3), 203–209. https://doi.org/10.1177/00222194070400030201

Twist, J. (2004). Beginning literacy: The small-unit versus large-unit debate continues. *New Zealand Annual Review of Education*, *13*, 205–224.

Undheim, A. M. (2003). Dyslexia and psychosocial factors. A follow-up study of young Norwegian adults with a history of dyslexia in childhood. *Nordic Journal of Psychiatry*, *57*(3), 221–226. https://doi.org/10.1080/08039480310001391

Vale, A. P., & Bertelli, R. (2006). A flexibilidade de utilização de diferentes unidades ortográficas na leitura em língua Portuguesa [The flexibility of using different orthographic units when reading in Portuguese]. *Psicologia Educação Cultura*, *10*(2), 461–476.

Vazeux, M., Doignon-Camus, N., Bosse, M. L., Mahé, G., Guo, T., & Zagar, D. (2020). Syllable-first rather than letter-first to improve phonemic awareness. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-020-79240-y

Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *45*(1), 2–40. https://doi.org/10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x

Vennemann, T. (2011). *Preference Laws for syllable structure: and the Explanation of Sound Change with Special Reference to German, Germanic, Italian, and Latin*. Mouton de Gruyter. https://doi.org/10.1515/9783110849608

Vergauwe, E., Barrouillet, P., & Camos, V. (2009). Visual and Spatial Working Memory Are

Not That Dissociated After All: A Time-Based Resource-Sharing Account. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *35*(4), 1012–1028. https://doi.org/10.1037/a0015859

Vergauwe, E., Barrouillet, P., & Camos, V. (2010). Do mental processes share a domain-general resource? *Psychological Science*, *21*(3), 384–390. https://doi.org/10.1177/0956797610361340

Vernon, S. A., & Ferreiro, E. (1999). Writing development: A neglected variable in the consideration of phonological awareness. *Harvard Educational Review*, *69*(4), 395–416. https://doi.org/10.17763/ haer.69.4.p4116 67586 738x0w

Vitevitch, M. S., & Luce, P. A. (2005). Increases in phonotactic probability facilitate spoken nonword repetition. *Journal of Memory and Language*, *52*(2), 193–204. https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.10.003

Wilson, C., Davidson, L., & Martin, S. (2014). Effects of acoustic-phonetic detail on cross-language speech production. *Journal of Memory and Language*, *77*(C), 1–24. https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.08.001

Wimmer, H., & Goswami, U. (1994). The influence of orthographic consistency on reading development: Word recognition in English and German children. *Cognition*, *51*(1), 91–103. https://doi.org//10.1016/0010-0277 94)90010-8

Wioland, F. (1985). *Les structures syllabiques du français. Fréquence et distribution des phonèmes consonantiques. Contraintes idiomatiques dans les séquences consonantiques.* (Vol. 31). Editions Slatkine.

Wokuri, S., & Marc-Breton, N. (2018). Mémoire de travail et troubles phonologiques chez le dyslexique. *Revue de Neuropsychologie*, *10*, 269–278. https://doi.org/10.3917/rne.104.0269

Wraga, M., Duncan, L., Jacobs, E. C., Helt, M., & Church, J. (2006). Stereotype susceptibility narrows the gender gap in imagined self-rotation performance. *Psychonomic Bulletin and Review*, *13*(5), 813–819. https://doi.org/10.3758/BF03194002

Wühr, P., & Huestegge, L. (2010). The impact of social presence on voluntary and involuntary control of spatial attention. *Social Cognition*, *28*(2), 145–160. https://doi.org/10.1521/soco.2010.28.2.145

Wydell, T. N., & Butterworth, B. (1999). A case study of an English-Japanese bilingual with monolingual dyslexia. *Cognition*, *70*(3), 273–305. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00016-5

Yang, J., Peng, J., Zhang, D., Zheng, L., & Mo, L. (2017). Specific effects of working memory training on the reading skills of Chinese children with developmental dyslexia. *PLoS ONE*, *12*(11), 1–20. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186114

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), 1026–1036. https://doi.org/10.1037/a0035187

Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Faísca, L., Saine, N., Lyytinen, H.,

Vaessen, A., & Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading: A cross-language investigation. *Psychological Science*, *21*(4), 551–559. https://doi.org/10.1177/0956797610363406

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, *131*(1), 3–29. https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3

Ziegler, J. C., Perry, C., Ma-Wyatt, A., Ladner, D., & Schulte-Körne, G. (2003). Developmental dyslexia in different languages: Language-specific or universal? *Journal of Experimental Child Psychology*, *86*(3), 169–193. https://doi.org/10.1016/S0022-0965(03)00139-5

Zorman, M., & Touzin, M. (1999). Évaluation De La Conscience Phonologique Et Entraînement Des Capacités Phonologiques En Grande Section De Maternelle. *Rééducation Orthophonique*, *197*, 139–157.

Annexe A

TIMÉ 2 (Écalle, 2003)

timé2

TEST D'IDENTIFICATION DE MOTS ÉCRITS de 6 à 8 ans

Jean Ecalle CoDévA *Cognition, Développement, Apprentissages*
Laboratoire EMC «Études des Mécanismes Cognitifs» /
DDL «Dynamique du Langage» UMR CNRS 5596 Université Lyon2

TIME2-F

Feuille de réponses

NOM.....
Prénom.....
né(e).....
date de passation.....âge (mois).....
classe..... M.Mme.....

Mc = .../36

Ho = .../36	
Vp = .../36	Tâche 1 = .../12
Vo = .../36	Tâche 2 = .../12
nC = .../36	Tâche 3 = .../12

Items d'exemple :

chapeou
chapo
chapeau
chameau
cpaheua

bateau

mre
mer
merle
mère
men

tette
ttêt
tèle
tétée
tête

Tâche 1

tabac	chal	plume	lyvre	lapiu	carton
tbale	char	plune	liure	lpani	ctare
table	cha	plumeau	lveri	lapin	carthe
toble	chat	plumme	libre	lapun	carle
tâble	ctah	pmeul	livre	lapon	carte

bsar	drapean	trésor	tullipe	éclat	gdanl
brave	drapo	trésar	tutipe	écloir	glane
bras	draper	trésaur	tpulie	élrcai	glent
bros	drapeau	tresse	tulipe	éclair	glaud
brap	dpeaura	tsréro	tulle	écler	gland

Caro illustratrice, dessins extraits de «Lecture plus © Accès Éditions»

ecpa Les Éditions du Centre de Psychologie Appliquée
25, rue de la plaine - 75020 Paris
Tous droits réservés de traduction, de reproduction et d'adaptations réservés pour tous pays.

Tâche 2

etnfan
enfant
enfonce
eufant
enfan

suere
sûcre
sucre
suce
srecu

deux
deix
deus
dxeu
dent

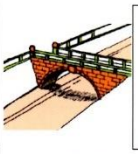
vaccin
vâche
vhace
voche
vache

soteil
solide
slloie
soleil
solleil

hmome
home
hommage
homne
homme

dgiot
doigt
daigt
doute
doig

fussit
fuzi
fusil
fsilu
fusée



ponte
pont
pout
pons
pnto

raigle
rËgne
règte
rgelè
règle

cadane
cneaba
cabine
cabane
cabanne

hnoderilel
hirondèle
hiroudelle
hirsute
hirondelle

Tâche 3

robe	branche	église	maman
ppéoue poupée ponpée poupet pompe	arbitre ardre arebre arbre arrbe	croix croc craix croid cxior	fame femne ferme fmeme femme
jardin	**lit**	**dent**	**couleur**
salabe sdeala salade salami sallade	cmarbhe chembre chombre chambre chamade	morue mrod mord mard mort	verle vent vert verre vter
manger	**chaussure**	**déjeuner**	**danser**
faim foim fait fin fmia	père paine pder pari paire	loit ltia lait laid laine	bac btae balle bat bal

Annexe B

TIMÉ 3 (Écalle, 2006)

Timé - 3

Test d'identification de mots écrits

Feuille de passation

Nom : .....
Prénom : .....
Né(e) le : .....
Date de passation :.....
Âge (mois) : .....
Classe : .....
Enseignant : .....
Ecole : .....

chapeou chapo chapeau chameau cpaheua	**bateau** mre mer merle mère men
mouffle monfle moufle moule moufe	thermonètre terminaison termomètre themomètre thermomètre
disque dique dispue diske discours	tompette trompète tromper trampette trompette
lire litre lite littre lifre	catédrale cathédrale caténaire cathébrale cathédale
vesle vete veiste veste vessie	cascade casquête casquette caquette casquelte
gace gloce glacier glasse glace	croissant croiçant craissant croiser coissant
coche cloche clauche clache clocher	service seruiette seviette serviette serviète
glode glotte globe glaube gobe	hélicopter hélicotère hélicoïdal hélicoqtère hélicoptère
brosse brasse broce bosse brode	corbeil corbeille cobeille corbeau cordeille
zèbe zéro zèdre zèbre zaibre	margarine maguerite marguerile margueritte marguerite
corde caurde cordée corbe code	grenouilte grenouille grenouil genouille grenadine

membre	premier	main	concours
pate pâtre patte potte pâte	secand second cegont secon secoue	pointe pouin point poing paint	examen exament exomen exagérer egsamin
pelle	**cirque**	**doigt**	**livre**
saut sean séant saux seau	clounne clawn clown cloue clowne	pousse pouce pousce poule pauce	album atbum alebum albinos albome
buste	**chauffage**	**plante**	**poisson**
cor corne corps carts cort	poète poêle poual poêl pôcle	serne sere sert serbe serre	acoiriome aquariom aquorium aquarium aqueduc
objectif	**légume**	**oiseau**	**biche**
bûte bul but butoir butte	oiguon oignon augnont oinion ogre	cigne ciguë cygne sigue signe	faou faon fand faond fond
marcher	**alcool**	**bateau**	**chanter**
canot câne cane canne cone	rhum ruhm rhun rhume romme	encre aucre anche hencre ancre	choralle chonale chorale corral corail

Annexe C
Consignes utilisées lors des passations

C.1. Consignes de la tâche de détection visuelle en condition ludique

Alors, cet exercice est très facile. C'est en fait une sorte de jeu de lecture pour les enfants de l'école primaire. Je viens juste de le finir et j'ai besoin que tu le fasses pour que tu me dises ce que tu en penses, s'il est bien fait ou s'il faut que je le change. Tu seras un peu comme un testeur de jeux vidéo, donc aucune pression. Tu me diras juste ce que tu as apprécié, détesté, si tu as trouvé cela facile, difficile, etc. à la fin. Et en plus, c'est totalement anonyme et je n'irai même pas regarder tes réponses. Allez, je te laisse déjà lire la consigne.

Laisser lire la consigne

Tu as compris ? Bon, tu vas commencer par un petit entraînement pour que tu t'habitues, mais c'est très simple. En plus, ça ne dure pas plus de 15 mn, et il y aura des pauses de temps en temps. Et je te le redis, peu importe si tu te trompes, mais fais de ton mieux pour aller jusqu'au bout. Moi, je veux juste avoir ton avis à la fin. Tu pourras bien sûr me poser des questions à la fin, aucun souci.
Tu es prêt ? Allez, vas-y.

A la fin de l'exercice, lui poser des questions sur ce qu'il vient de faire pour le rassurer et lui prouver que vous n'avez pas menti (mais inutile de prendre des notes pour de vrai) ; voici les questions à poser :

- *Tu as pensé quoi de cet exercice ?*
- *Tu l'as trouvé facile, difficile ?*
- *Ça t'a stressé ?*
- *Tu trouves qu'il y a des choses à changer, améliorer ?*
- *Tu penses que des enfants arriveront à le faire ?*

C.2 Consignes de la tâche de détection visuelle en condition évaluative

Alors, cet exercice est difficile. C'est un exercice de lecture qui évalue la manière dont les enfants et les adolescents lisent ; il permet même de détecter les personnes qui ont des difficultés de lecture. Il va donc falloir que tu fasses de ton mieux, que tu te concentres et que tu essaies de répondre le plus vite possible sans te tromper, c'est très important. Je regarderai tes résultats, pour voir où tu as bien répondu et où tu t'es trompé et je comparerai ta façon de lire à celle d'enfants plus jeunes et des personnes plus âgées. Allez, je te laisse déjà lire la consigne.

Laisser lire la consigne

Tu as compris ? Bon, tu vas commencer par un petit entraînement pour que tu t'habitues et tu auras la réponse immédiate si tu as donné la bonne ou la mauvaise réponse. Après

l'entraînement, ça ne te dira plus si tu as juste ou faux. Ça dure environ 15 mn, il y a des pauses de temps en temps, mais il faut rester concentré et aller jusqu'au bout, c'est très important. Fais de ton mieux et si tu te trompes, peu importe, l'exercice continue. Tu pourras bien sûr me poser des questions à la fin, aucun souci.
Tu es prêt ? Allez, vas-y.

A la fin de l'exercice, lui poser des questions sur ce qu'il vient de faire pour le sonder et lui permettre de se rassurer (mais inutile de prendre des notes pour de vrai) ; voici les questions à poser :

- *Tu as pensé quoi de cet exercice ?*
- *Tu l'as trouvé facile, difficile ?*
- *Ça t'a stressé ?*
- *Tu trouves qu'il y a des choses à changer, améliorer ?*
- *Tu penses que des enfants arriveront à le faire ?*