



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard Lyon 1
Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation
Département Orthophonie

N° de mémoire 1859

Mémoire de Grade Master 2 en Orthophonie

présenté pour l'obtention du

Grade de Master 2 en Orthophonie

Par

CAGNEAUX (AMALBERT) Delphine

**L'influence de la sonorité et des contraintes linguistiques
phonologiques et lexicales sur le traitement syllabique auprès
d'enfants dyslexiques développementaux**

Directeur de Mémoire

MAIONCHI-PINO Norbert

Date de soutenance

24 mai 2018

Membres du jury

CARTIER Myriam

MAREC-BRETON Nathalie

MAIONCHI-PINO Norbert



Président
Frédéric FLEURY

Vice-président CFVU
CHEVALIER Philippe

Vice-président CA
REVEL Didier

Vice-président CS
VALLEE Fabrice

Directeur Général des Services
MARCHAND Dominique

Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur
Pr. RODE Gilles

U.F.R d'Odontologie
Directeur
Pr. BOURGEOIS Denis

U.F.R de Médecine Lyon-Sud
Charles Mérieux
Directrice
Pr BURILLON Carole

Institut des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques
Directrice
Pr VINCIGUERRA Christine

Département de Formation et
Centre de Recherche en Biologie
Humaine
Directeur
Pr SCHOTT Anne-Marie

Institut des Sciences et Techniques de
Réadaptation
Directeur
Dr Xavier PERROT

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (CCEM)
Pr COCHAT Pierre

Institut Sciences et Techniques de Réadaptation Département ORTHOPHONIE

Directeur ISTR
Xavier PERROT

Equipe de direction du département d'orthophonie :

Directeur de la formation
Agnès BO

Responsables des travaux de recherche
Nina KLEINSZ
Agnès WITKO

Responsables de l'enseignement clinique
Johanne BOUQUAND
Ségoène CHOPARD
Claire GENTIL

Chargées de l'évaluation des aptitudes aux études
en vue du certificat de capacité en orthophonie
Solveig CHAPUIS
Céline GRENET

Coordinateur de cycle 2
Solveig CHAPUIS

Responsable de la formation continue
Johanne BOUQUAND

Secrétariat de direction et de scolarité
Aurélien CHATEAUNEUF
Véronique LEFEBVRE
Olivier VERON

Résumé

L'étude suivante a testé chez 17 enfants, du CE2 à la 4^{ème}, souffrant de dyslexie développementale à dominante phonologique, les capacités à procéder à un découpage syllabique de mots et ce qui sous-tend ces capacités. Une tâche de Word Spotting habituellement utilisée en perception de parole a été administrée à ces enfants ainsi qu'à des enfants normo-lecteurs de même âge chronologique ou de même âge lexique. Nous avons utilisé ici des pseudomots écrits dont les trois premières lettres formaient un mot monosyllabique, de type Consonne-Voyelle-Consonne, existant en français pour la condition de compatibilité ou pas pour la condition d'incompatibilité. La fréquence phonologique, la fréquence lexicale de la syllabe et les profils de sonorité en frontière syllabique ont été contrôlés.

Avec cette expérimentation, en comparant les performances des dyslexiques et des normo-lecteurs, nous espérions dans un premier temps, prouver que les enfants dyslexiques sont capables de segmentation syllabique et que la fréquence phonologique, la fréquence lexicale et/ou l'optimalité de la sonorité facilitaient le repérage des frontières syllabiques. Ensuite, nous voulions démontrer que les apprentis lecteurs dyslexiques avaient des représentations phonologiques intégrées et que le déficit cognitif résidait davantage dans un défaut d'accès à ces représentations plutôt que dans un déficit phonologique. Enfin, nous souhaitons également évaluer le lexique de ces enfants.

Nos résultats ont montré un effet de la condition de compatibilité, de la sonorité optimale sur le découpage syllabique pour tous les groupes. Ils ont également mis en relief l'existence de représentations phonologiques chez les dyslexiques lesquelles sont cependant moins stables que celles des normo-lecteurs. Pour finir, nos données nous ont permis d'évaluer la qualité du lexique des enfants dyslexiques révélant une sous-spécification.

Mots clés : déficit phonologique ; dyslexie développementale ; segmentation syllabique ; sonorité ; *Word Spotting*.

Abstract

The present study investigated the abilities of 17 French dyslexic children (from the third to the eighth grade) to use a syllable segmentation and what underlies syllable-based effects. This capacity was tested with a Word-Spotting task usually used in speech perception. Here, it used printed pseudowords sharing the first three letters that corresponded to a monosyllabic word (Consonant-Vowel-Consonant) in congruent or incongruent conditions. The phonological frequency, the lexical frequency and the sonority profile within the syllable boundary were controlled.

With this experiment, by comparing the results of the dyslexic group with the typically reading groups, we wanted to demonstrate that dyslexic children were able to locate syllable boundaries using basically the optimal sonority profiles over phonological and lexical frequencies. We also wanted to demonstrate that they have phonological representations. Our aim was to show that the cognitive deficit in dyslexia mostly relies on a deficit for accessing to phonological representations.

Firstly, our data showed significant effects of syllable compatibility in the congruent condition in both groups; optimal sonority profiles seem to guide the syllable segmentation strategies in each group. Secondly, the results evidenced the existence of rather intact phonological representations in dyslexic children but they are less accessible. Thirdly, dyslexic children's lexical representations seem to be underspecified.

Keywords : phonological déficit ; developmental dyslexia ; syllable segmentation ; sonority ; Word Spotting.

Remerciements

En tout premier lieu, je voudrais remercier Monsieur Norbert Maïonchi-Pino, mon directeur de mémoire, pour m'avoir encadrée tout au long de ce master. Merci de m'avoir patiemment initiée à la recherche.

Je remercie également Monsieur Renaud Perdrix pour sa relecture attentive et son renforcement positif ainsi qu'à mes maîtres de stage Dorothée et Marjorie pour leurs encouragements.

Je tiens à féliciter les enfants qui ont participé à l'étude et à souligner leur courage lors de l'expérimentation qui a pu les mettre en difficulté. Je remercie également leurs parents pour l'intérêt porté à cette recherche.

Un grand merci aux amis, à Aline R, Aline P particulièrement, à Céline qui me soutient depuis 5 ans et aux autres copines de fac. Il y a eu des hauts et des bas dans cette formation, heureusement qu'on était ensemble pour avoir un peu de fun.

Pour finir, je remercie du fond du cœur mon mari et mes enfants qui ont illuminé mes 5 ans d'études, mais aussi mes parents, mes beaux-parents, mes sœurs qui, par leur patience, leurs mots d'encouragement, leur amour, leur soutien m'ont permis de réussir ma reconversion. Je leur dois cette réussite.

A tous mes proches, merci d'avoir été là.

Sommaire

I Partie théorique	1
Introduction.....	1
Etat de l'art	1
II Méthode.....	11
1. Participants.....	11
2. Matériel.....	12
3. Procédure	14
III Résultats.....	16
1. Condition compatibilité vs incompatibilité avec le découpage syllabique	17
1.1 Effets principaux de la condition quels que soient les facteurs de fréquences phonologique et lexicale	17
1.2 Effets principaux des facteurs de fréquences lexicale et phonologique en condition de compatibilité	18
1.3 Effets d'interaction des conditions avec les différents facteurs.....	19
2. Influence de la sonorité	20
2.1 Effet principal de la sonorité	20
2.2 Effets d'interaction des facteurs de fréquence lexicale et phonologique avec les différents profils de sonorité.....	21
IV Discussion.....	23
1. La segmentation basée sur la syllabe	24
2. Une sensibilité au marquage de sonorité	25
3. L'existence des représentations phonologiques	26
4. La richesse du lexique.....	27
5. Limites de l'étude.....	27
5.1 Population	27

5.2	Protocole de passation.....	28
6.	Prolongements et perspectives orthophoniques.....	29
IV	Conclusion	30
	Références	31

I Partie théorique

Introduction

Si pour les lecteurs experts la lecture est irréprouvable, avant de l'être, il a fallu que les apprentis lecteurs et les lecteurs dyslexiques (DYS) passent par de nombreuses étapes et mobilisent différentes compétences et capacités : attentionnelles, mnésiques, auditives, réflexives... Cependant, ces étapes sont difficiles à passer pour certains. La lecture est une compétence centrale dans le système scolaire mais aussi dans la société où elle est un enjeu d'intégration sociale. Selon Écalte et Magnan (2015) qui compilent différentes études, 12 à 20% des enfants et adolescents, parmi lesquels 3 à 5% d'enfants souffrant de dyslexie développementale (DLD), présenteraient « des difficultés relativement importantes en lecture ». Pour Sprenger-Charolles et Colé, (2013) cette prévalence se situerait entre 6 et 8%. Beaucoup de ces lecteurs sont suivis en orthophonie car l'entrée dans le langage écrit se révèle problématique. Afin d'apporter des solutions de compensation efficaces en rééducation, il est essentiel de comprendre, dans un premier temps, comment fonctionne l'apprentissage de la lecture chez les normo-lecteurs, d'identifier, dans un second temps, ce qui facilite cet apprentissage et, dans un troisième temps, d'étudier les mécanismes d'automatisation de la lecture chez les apprentis lecteurs dyslexiques.

Etat de l'art

Selon Sprenger-Charolles et Colé, (2013) la lecture repose sur le traitement cognitif allant d'unités non signifiantes (lettres et sons) à des unités signifiantes tels que les mots, phrases ou textes. Écalte et Magnan, (2015) ont mis en évidence différents prédicteurs de réussite à l'apprentissage de la lecture : la connaissance des lettres de l'alphabet et du système phonétique en tant que « premiers liens entre oral et écrit » et les connaissances phonologiques. Pour apprendre à lire, l'enfant doit d'abord comprendre que l'écrit est la transcription du langage oral. Il doit ensuite établir des correspondances systématiques, via un enseignement explicite, entre les sons ou phonèmes et les lettres ou groupes de lettres ou graphèmes. L'apprenti lecteur procède donc à des conversions grapho-phonémiques (CGP) permettant la transformation des séquences de lettres en séquences de sons (e.g. Morais, Pierre, & Kolinsky 2003 ; Landerl & al. 2013 ; Saksida & al., 2016). D'après Chetail et Mathey, (2010) ce patron phonologique entraîne l'activation sémantique de la

représentation du mot stockée dans le lexique mental et le mot est alors compris. Suivant le principe de l'auto-apprentissage (Share, 1995), ce principe alphabétique permettrait de lire n'importe quelle succession de lettres et la maîtrise du transcodage permettrait également de se constituer un lexique orthographique. Le modèle le plus fréquemment utilisé pour décrire l'identification de mots écrits est le modèle à double voie (e.g., Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). Il présente deux procédures d'identification de mots écrits. Une première, phonologique ou d'assemblage, permettrait de lire les mots, en particulier les mots inconnus ou moins familiers n'étant pas encore entrés dans le lexique mental, en appliquant les règles de CGP. Une seconde, lexicale ou d'adressage, associerait directement la suite de lettres lues à sa représentation stockée en mémoire. Cette dernière serait utilisée pour les mots familiers ou irréguliers pour lesquels la forme orthographique serait mémorisée dans son ensemble, par exemple, chorale ou orchestre. Frost (1998, 2012) ajoute qu'en dépit d'un traitement de plus en plus lexical, l'activation phonologique syllabique serait irrépressible et automatique.

La taille des premières unités utilisées par les enfants lors de l'apprentissage de la lecture fait débat. Si nous nous référons au modèle à double voie, l'apprentissage de la lecture à ses débuts mettrait en jeu l'acquisition des représentations phonologiques à travers la CGP. Il s'agit donc d'un système allant du phonème à des unités plus larges telles que la syllabe, simple de type CV (consonne-voyelle) ou complexe de type CVC ou autre. Par ailleurs, Chetail et Mathey (2010) avancent que la syllabe, qui serait l'unité de base du langage oral, serait plus accessible que le phonème lors du traitement du langage et de la segmentation de la chaîne parlée. Bastien-Toniazzo, Magnan, et Bouchafa (1999) ; Chetail et Mathey (2010) ; Colé, Magnan, et Grainger (1999) ; Maïonchi-Pino, Magnan, et Écalte (2010a) mettent en avant un apprentissage de la lecture où la syllabe serait l'unité prédominante dans des systèmes linguistiques peu transparents comme le français ou l'anglais, fait également démontré par Ziegler et Goswami (2005) dans leur théorie psycholinguistique de la granularité. Dans les langues inconsistantes, le recours à la CGP est complexe puisqu'à un groupe de lettres peut correspondre un son différent, par exemple, le graphème « eau » se lit [o]. Ces auteurs précisent que la progression de la conscience phonologique se ferait d'unités larges, les syllabes, vers des unités

plus petites, les phonèmes. Il existerait ainsi une hiérarchie de taille parmi les unités phonologiques sous-lexicales.

Cependant, Ehri (2005) ; Colé et al. (1999) ; Seymour et Duncan (1997) vont dans le sens d'une progression inverse. Les apprentis lecteurs utiliseraient d'abord des unités plus petites puis des unités plus grandes grâce à l'apprentissage explicite des correspondances lettres-sons (CPG). Ainsi, les lecteurs adultes et les enfants ayant un an d'apprentissage des CGP ont détecté plus rapidement une syllabe (consonne-voyelle ou consonne-voyelle-consonne) entendue lorsqu'elle correspondait à la première syllabe d'un mot (par exemple, BA dans BALANCE ou BAL dans BALCON plutôt que BA dans BALCON et BAL dans BALANCE) (Colé & al., 1999). Ces résultats montrent qu'un traitement syllabique a pris le pas sur un traitement lettre à lettre. L'automatisation des CGP permettrait d'accéder au traitement d'unités plus grandes que le phonème.

Maionchi-Pino, Magnan, et Écalle (2010) vont dans le sens de Colé et al (1999) en pointant que la lecture experte engage le développement du lexique phonologique et orthographique à travers une exposition à la lecture et l'enseignement explicite de la CGP. Une connaissance implicite des syllabes parlées influe sur les unités orthographiques. Plus l'exposition à une structure syllabique orale est importante, plus les structures syllabiques écrites équivalentes sont disponibles rapidement. Cela démontre donc un effet de fréquence (lexicale et/ou phonologique) syllabique et le recours à un codage grapho-syllabique plutôt que grapho-phonémique. Ce traitement grapho-syllabique phonologique précoce chez les jeunes lecteurs permet de soutenir l'existence d'un accès pré-lexical intermédiaire au lexique mental s'appuyant sur la syllabe. Le développement de la conscience phonologique aurait donc tendance à se faire des grandes unités vers les petites (Ziegler & Goswami, 2005) de façon précoce (Duncan, Colé, Seymour, & Magnan, 2006). Dans cette optique, Doignon-Camus et Zagar (2014) émettent l'hypothèse d'un pont syllabique basé sur la primauté de la parole et considèrent les syllabes phonologiques disponibles comme points de départ des premières correspondances syllabiques orthographiques. Or ces syllabes écrites ne sont pas toujours accessibles puisqu'intégrées aux mots écrits.

Pourtant, comme le prouve le paradigme des conjonctions illusoires, la segmentation syllabique est possible (e.g., Maionchi-Pino, de Cara, Ecalle, & Magnan, 2012). Cette tâche consiste à présenter une suite de lettres en deux couleurs. Les participants doivent indiquer la couleur d'une lettre cible. Les résultats prouvent que la syllabe est

présente dès la fin de la première année de l'acquisition de la lecture et résulte de deux sources d'information : l'information phonologique syllabique et l'information liée à la redondance orthographique (Doignon & Zagar, 2006). Les lecteurs, y compris les apprentis lecteurs (e.g., Doignon & Zagar, 2006; Maionchi-Pino & al., 2012) et les enfants dyslexiques (e.g., Doignon-Camus, Seigneuric, Perrier, Sisti, & Zagar, 2013; Fabre & Bedoin, 2003; Maionchi-Pino & al., 2012) analysent les mots dans des suites de lettres coïncidant avec des syllabes phonologiques dans les étapes précoces de la perception des mots. De plus, une tâche de décision lexicale a montré que la syllabe n'est pas seulement une unité perceptive mais aussi une unité fonctionnelle dans l'accès au lexique (Chetail & Mathey, 2009). Une tâche de détection visuelle de cible indique également le rôle de la syllabe dans l'identification visuelle de mots (Maionchi-Pino & al., 2010).

En l'absence d'indice indiquant la fin d'une syllabe et le début d'une autre, comment le lecteur procède-t-il pour délimiter les frontières syllabiques ? Le modèle connexionniste (e.g., Seidenberg & McClelland, 1989 ; Seidenberg & Harm 1999 cité par Bedoin, 2016) introduit la notion de fréquence d'apparition des mots et d'occurrences et co-occurrences d'unités orthographiques et phonologiques rencontrées lors des apprentissages ou des contacts avec l'écrit. Le jeune lecteur se constituerait ainsi, de façon précoce, des « coalitions » ou « systèmes d'attente » formés par les bigrammes ou trigrammes fréquemment rencontrés. La cohérence entre ces systèmes d'attente et le mot écrit perçu activerait la reconnaissance du mot. Ce second modèle nuance le premier en ajoutant des compétences phonologiques précoces qui permettraient « de développer des attracteurs phonologiques dans un réseau de traits phonologiques qui favoriseront la catégorisation de phonèmes. ».

Seidenberg (1987) postule que les graphèmes, les bigrammes, qui composent les syllabes ont des fréquences d'apparition différentes indépendamment des limites de la syllabe. Il parle alors de « trou bigrammique ». Ainsi, dans le mot ANVIL, les fréquences de bigrammes AN-NV-VI sont différentes à savoir le premier et le dernier bigramme ont une forte fréquence d'apparition dans la langue alors que le deuxième présente une chute de fréquence constituant alors un trou bigrammique et donc une frontière syllabique possible. En français, les conjonctions illusoires ont montré que les lecteurs, y compris les lecteurs débutants, s'appuyaient sur ces fréquences

orthographiques pour procéder à une segmentation syllabique (Chetail, 2015 ; Doignon & Zagar, 2005, 2006).

Par ailleurs, la sonorité en frontière syllabique serait un autre indice de découpage congruent. C'est une notion phonétique (acoustico-perceptive) liée à la résonance des sons et donc au positionnement des articulateurs. Dans ce système, les voyelles sont les éléments les plus sonores alors que les consonnes sourdes sont les moins sonores. A chaque langue correspond un profil de sonorité préférentiel qui établit ainsi la fréquence d'apparition de certaines syllabes.

Comme le montre la figure 1, une syllabe se compose, en langue française, d'une structure, selon laquelle le noyau de cette syllabe (généralement une voyelle) est précédé d'une attaque et suivi d'une rime.

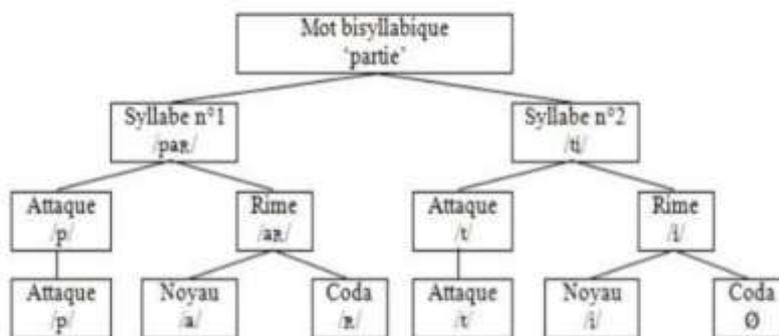


Figure 1. Hiérarchie de la structure interne d'un mot bisyllabique (Maïonchi-Pino, 2008, inspiré de Treiman, 1989).

Selon Meynadier (2001), la syllabe est une unité phonétique définie par la notion de sonorité. Le profil optimal de sonorité d'une syllabe peut donc être représenté schématiquement (figure 2). L'élément vocalique correspond au pic de sonorité alors que l'élément consonantique le moins sonore et l'élément consonantique le plus sonore constituent respectivement la tête de l'attaque et celle de la rime.

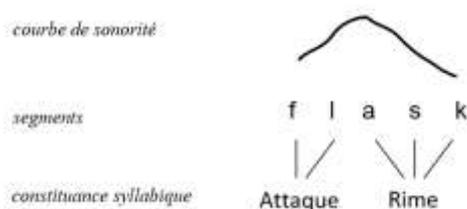


Figure 2. Correspondance entre patron sonore et constituants sous-syllabiques du mot monosyllabique « flasque » (Meynadier, 2001).

Gouskova, (2004) a réalisé une échelle de contact syllabique, présentée en figure 3, sous forme d'un continuum allant des phonèmes les moins sonores (fricatives aux occlusives) aux plus sonores (liquides aux nasales).

<i>sonority value</i>	2	3	4	5	6	7	8	
<i>low</i>								<i>high</i>
<i>exemplars</i>	/p/, /t/, /k/	/f/, /s/, /ʃ/	/b/, /d/, /g/	/v/, /z/, /ʒ/	/m/, /n/	/l/	/ŋ/	
<i>mode</i>	voiceless occlusives	voiceless fricatives	voiced occlusives	voiced fricatives	nasal	laterals	rhotics	

Figure 3. Echelle de sonorité adaptée de Clements (1990) par Gouskova (2004), citée par Carmona et Maïonchi-Pino, (2015).

Cette échelle indique les profils de sonorité des consonnes en frontière syllabique et rend compte des distances de sonorité possibles en contact syllabique que la sonorité croisse, décroisse ou reste stable. Les contacts sont conditionnés par des « contraintes de marque » qui reposent sur l'articulation des différentes prononciations. La théorie de l'optimalité (Prince & Smolensky, 1997, 2008) régit l'ordonnancement des contraintes phonologiques qui peuvent être violées pour obtenir un output (production phonologique) optimal ; à savoir la production qui viole le moins de contraintes linguistiques. Il existe, dans chaque langue, des contraintes qui autorisent ou non des configurations syllabiques. Ainsi, des associations de phonèmes peuvent être illégales en opposition aux séquences de sons légales.

Si l'apprentissage de lecture est ainsi décrit chez les normo-lecteurs, il est différent chez les DYS. Ramus (2005) définit la DLD comme trouble spécifique de l'apprentissage de la lecture qui affecterait l'identification de mots écrits (Barrouillet & al., 2007 ; Écalle & Magnan, 2015 ; Sprenger-Charolles & Colé, 2013). Cet apprentissage consiste à mettre en correspondance des signes visuels avec des équivalents phonologiques et sémantiques. En découlent les deux principales hypothèses cognitives sur la dyslexie situant alors le déficit soit au niveau phonologique (langage oral), soit au niveau visuel ou visuo-attentionnel. Environ 40% des dyslexiques auraient des antécédents de trouble du langage oral (retard de parole et/ou de langage). Rappelons qu'un lien étroit existe entre langage oral et langage écrit sous forme d'un continuum d'acquisitions. Dès 2002, Ramus aborde la DLD comme « un problème phonologique spécifique, mais accompagné, à peu près chez un individu sur deux, d'un syndrome de « cognition en désordre ».

Dans le cadre de l'hypothèse de représentations phonologiques dégradées (e.g., Snowling 1995 ; Ramus 2003; 2005 ; Ziegler & Goswami 2005), différentes études ont montré que les difficultés recensées en lecture, et par conséquent en langage écrit, tiraient leur origine d'un déficit en langage oral, affectant plus précisément la perception catégorielle, où la perception de la parole est basée sur des unités allophoniques plutôt que sur des unités phonémiques (e.g., Bogliotti, Serniclaes, Messaoud-Galusi, & Sprenger-Charolles, 2008). La perception allophonique veut que les sons semblables du point de vue de leurs caractéristiques acoustiques mais prononcés différemment soient effectivement différenciés les uns des autres et non regroupés sous une même entité phonémique sonore. Goswami (2015) ; Goswami et al. (2011) ajoutent que le déficit phonologique serait associé à un déficit de perception catégorielle (e.g., Bogliotti & al., 2008) ainsi qu'à des difficultés de traitement du rythme et de la prosodie de la parole. Un déficit de la perception catégorielle aurait des conséquences sur la perception des contrastes phonétiques (e.g., Serniclaes, Sprenger-Charolles, Carré, & Demonet, 2001) et sur le traitement phonologique (e.g., Bogliotti & al., 2008; Hakvoort & al., 2016). L'acquisition de la lecture serait par conséquent affectée. En effet, un enfant qui percevrait mieux les allophones que les phonèmes, aurait des difficultés pour transcrire à l'écrit un son différent de celui appartenant à son répertoire oral (e.g. Bogliotti & al., 2008). Doignon-Camus et al. (2013) ajoutent que les personnes dyslexiques souffriraient d'un déficit d'intégration des lettres et des sons de la parole, en cause, la surcharge cognitive que représente la perception allophonique. Les difficultés en langage oral dans l'enfance font le lit de difficultés d'acquisition du langage écrit allant du simple décalage dans le temps de l'apprentissage de la lecture à un diagnostic de DLD.

La théorie communément admise pour expliquer la DLD est la théorie phonologique. Ramus (2001, 2003) ; Snowling (1995, 2001) ; Carroll et Snowling (2004) ; Goswami et al. (2011) ; Landerl et al. (2013) ; Saksida et al. (2016) ; Ziegler et al. (2008) postulent un déficit phonologique. Ce dernier se manifeste par des erreurs de conversions graphèmes-phonèmes ou dans les séquences de graphèmes et/ou de phonèmes. Ces erreurs sont associées à une lenteur du déchiffrage. Cependant, il est important de souligner que ce déficit ne touche pas la totalité des DYS.

Dans ce cadre de déficit phonologique, les représentations phonologiques seraient dégradées (e.g., Ramus, 2003, 2005 ; Snowling, 1995 ; Ziegler & Goswami, 2005).

Schelstraete, Maillart, et Jamart, (2004) considèrent que l'acquisition de la phonologie est une étape cruciale dans le développement du langage car ce système permet de maîtriser le langage oral en réception et en production et de construire des représentations phonologiques des mots (leur « contenu segmental et [leur] structure syllabique »). Un trouble phonologique a un impact important sur l'organisation des sons du langage. Par conséquent, s'il y a un déficit phonologique, un déficit des représentations orthographiques se crée. Schelstraete, (2015) pointe un effet de « spirale négative » du langage oral sur le langage écrit.

Deux théories explicatives s'opposeraient alors pour expliquer ce déficit phonologique : la dégradation des représentations phonologiques elles-mêmes (e.g., Ramus, 2003 ; Ramus, 2003 ; Snowling, 1995, 2001; Carroll & Snowling, 2004 ; Ziegler & al., 2008 ; Goswami & al., 2011 ; Landerl & al., 2013 ; Saksida & al., 2016) et un défaut d'accès à des représentations phonologiques intactes (e.g., Ramus & Szenkovits, 2008 ; Doignon-Camus & al., 2013 ; Boets & al., 2013 cité dans Casalis & al., 2018 ; Doudin & Tardif, 2016 ; Berent, Zhao, Balaban, & Galaburda, 2016 ; Maïonchi-Pino & al., 2012; 2013).

Berent (2013) ; Berent, Vaknin-Nusbaum, Balaban, et Galaburda (2013) nuancent eux aussi, en stipulant que les difficultés dans l'analyse de la parole ne permettent pas à elles seules de mettre en relief un déficit phonologique mais peuvent aussi être expliquées par des dysfonctionnements dans le système phonétique. En langage oral, ces chercheurs détaillent en effet le traitement du message auditif en intégrant une interface phonétique en amont du système phonologique qui concerne l'agencement des unités sonores en unités signifiantes et l'accès au lexique.

Pour Maïonchi-Pino, Cara, Magnan, et Ecalle, (2008), la sonorité ne jouerait pas seulement un rôle dans la perception de la parole mais interviendrait également dans les processus de lecture. Les lecteurs montreraient une large préférence pour les profils de sonorité optimale (coda sonore – attaque obstructive) dans les tâches expérimentales utilisant des pseudo-mots. Dans cette étude de 2008, les chercheurs confirment le rôle important de la syllabe dans la lecture.

Berent et al., (2012, 2013, 2016) ont étudié l'impact de la sonorité syllabique dans la discrimination de mots et de logatomes en modalité orale chez des adultes DYS et contrôles. L'expérimentation est basée sur une tâche de « Word Spotting » utilisée à son origine en perception de parole (McQueen, Norris, & Cutler, 1994). Elle vise à

déterminer comment sont identifiées les frontières entre les mots dans un système oral de co-articulation où une compétition lexicale est activée et qui, de ce fait, influence le processus de segmentation de la chaîne parlée (McQueen, 1998). Pour rendre compte de la perception de la syllabe, Berent et al. (2013, 2016) testent séparément le système phonétique (acoustico-perceptif ou sonore) et le système phonologique (agencement des sons de la langue). Ils ont démontré que les sujets commettent des erreurs de régularisation. Ces derniers ajoutent un schwa pour réparer la syllabe (i.e. : blif vs belief) afin qu'elle soit congruente avec une syllabe existant dans leur langue. Malgré cette réparation, la syllabe reste peu sonore (ou marquée), le schwa étant une voyelle réduite dans ce cas (McQueen, 1998) et ne serait toujours pas reconnue puisque sa forme illégale, du fait de la faible distance de sonorité, serait absente du répertoire phonétique. Berent, Steriade, Lennertz, et Vaknin (2007); Berent et al. (2013) ont pointé l'effet positif de la sonorité chez des adultes anglophones qui élisent préférentiellement, à l'oral, les syllabes contenant un pic de sonorité, c'est-à-dire celles où la distance de sonorité est la plus grande.

Dans un contexte de trouble phonologique, connaître ce à quoi pourraient être sensibles les enfants dyslexiques permettrait l'apport de pistes rééducatives plus efficaces. Maïonchi-Pino et al., (2012) ont démontré que les enfants DYS, tout comme les enfants de même âge chronologique s'appuieraient sur le profil de sonorité optimal « coda sonore – attaque obstructive » pour segmenter un mot en syllabes. Ainsi, la sonorité semble influencer le découpage syllabique chez tous les jeunes lecteurs. Les enfants DYS, censés présenter un déficit des représentations phonologiques, seraient donc capables de segmenter un mot écrit en s'appuyant sur la sonorité en frontière syllabique. Si d'autres expérimentations démontrent que la détection des frontières syllabiques est facilitée par la sonorité chez les jeunes dyslexiques, ces conclusions permettraient alors d'identifier si les difficultés d'acquisition du langage écrit sont normales dans un contexte d'apprentissage explicite de la langue et de ses spécificités ou si ces difficultés sont liées à des principes implicites qui sous-tendent les structures de la langue. A la lumière de ces connaissances, on pourrait proposer de meilleures stratégies d'apprentissage de langage écrit. De plus, si la sonorité se confirme comme étant un appui solide dans la segmentation syllabique chez les lecteurs DYS, un matériel spécifique de prise en

soin de la dyslexie développementale phonologique pourrait être créé. Il pourrait être basé sur des mots dont les syllabes auraient des profils de sonorité saillants.

Une recherche sur le traitement syllabique chez de jeunes adultes a prouvé la robustesse de la première syllabe dans l'identification de mots écrits à travers une tâche de « Word Spotting » (e.g., Norris, McQueen, & Cutler, 1995, McQueen, 1998, Dumay, Content, & Frauenfelder, 1999). Cette tâche consiste en la reconnaissance de mots monosyllabiques enchâssés dans des non-mots (e.g., Dumay & al., 1999; McQueen & al., 1994). Selon McQueen (1998), en modalité orale, les testés ont tendance à insérer une frontière de mot quand celle-ci est absente du signal avant des syllabes marquées (ou sonores) et à supprimer la frontière présente dans le signal avant les syllabes non marquées (ou faibles).

L'importance du marquage de sonorité en frontière syllabique a déjà été démontrée à travers des tâches de conjonctions illusoire chez des enfants normo-lecteurs et chez des enfants dyslexiques développementaux (e.g., Carmona & Maïonchi-Pino, 2015; Maïonchi-Pino & al., 2012). Dans ce mémoire, nous cherchons donc à confirmer que le marquage de sonorité en frontière syllabique facilite la segmentation syllabique chez des apprentis lecteurs DYS. L'effet principal attendu est une sensibilité accrue quand la syllabe est compatible avec le découpage syllabique, sensibilité modulée par la fréquence lexicale et/ou phonologique. Afin de tester nos hypothèses, nous nous appuyerons sur le protocole expérimental de « Word Spotting » dont l'intérêt est de prouver la robustesse de la première syllabe, surtout si elle est sonore, et de provoquer une compétition lexicale. Nous nous attendons 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 nous attendons également à ce que l'interaction de ces facteurs démontre une activation rapide l'accès au stock lexical. De plus, grâce à nos résultats, nous serons à même d'évaluer la richesse de ce stock.

II Méthode

1. Participants

Le protocole expérimental a été soumis à deux groupes d'enfants : un groupe test composé de DYS et un groupe contrôle de normo-lecteurs. Les jeunes DYS ont été recrutés d'une part, via l'association APEDYS de l'Ain lors de la journée des DYS de Bourg-en-Bresse à l'automne 2017 et d'autre part, auprès d'orthophonistes du département. Au total, 20 enfants DYS ont donc participé à l'expérimentation. Ils avaient entre 8 ans et 6 mois et 13 ans et 6 mois.

Nombre de sujets	Age lexique en mois
7	≤80
4	84
1	98
1	104
1	113
1	118
1	120
1	132

Figure 1. *Tableau récapitulatif des âges lexicaux du groupe DYS.*

Tous ont bénéficié d'un bilan orthophonique posant le diagnostic de DYS à dominante phonologique. Aucun ne souffrait de problèmes psychologiques, de déficits sensoriels, de trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité selon les critères du DSM-V (American Psychiatric Association, 2013). Certains étaient encore pris en soin en orthophonie. Tous étaient de langue maternelle française. Leur vue était vérifiée et corrigée au besoin. Le protocole a été expliqué aux enfants et à leurs parents et ils pouvaient à tout moment cesser leur participation. Un seul enfant n'a pas terminé le test et n'a donc pu faire partie de l'échantillon et deux autres ont été écartés des analyses en raison d'un faible décalage en lecture et d'un faible quotient de latéralité.

Le protocole a, par ailleurs, été appliqué à un groupe contrôle de 34 enfants considérés comme normo-lecteurs, recrutés dans le département du Puy-de-Dôme. Les normo-lecteurs ont été répartis en 2 deux sous-groupes contrôles. Le premier groupe était constitué des normo-lecteur âge lexique (NLAL) et le second comportait

les normo-lecteur âge chronologique (NLAC). Les groupes contrôles devaient avoir les mêmes caractéristiques que les DYS, les déficits en lecture en moins.

Afin d'apparier les enfants DYS et normo-lecteurs, chacun a passé le Timé-3 Test d'Identification de Mots Ecrits (Écalle, 2006) pour les élèves de 8 à 13 ans. Ce test n'a fait l'objet d'aucune étude statistique, il a uniquement servi à évaluer le niveau de lecture et les connaissances orthographiques des testés et à leur donner un âge lexique. Chaque enfant DYS s'est vu attribuer un pair NLAC et un autre NLAL.

	Groupe DYS	Groupe Normo-Lecteurs	
		Age Lexique	Age Chronologique
Filles	8	7	9
Garçons	9	10	8
Age moyen	10 ans 9 mois	8 ans 1 mois	10 ans 8 mois
Ecart-type	20,7	19,7	20,3

Figure 2. *Tableau récapitulatif des caractéristiques des groupes*

2. Matériel

L'expérimentation a consisté en un test de latéralité, un test de lecture (TIME-3, Écalle, 2006) et une tâche informatisée de « Word Spotting ». Cette dernière correspond à un enchâssement dans un pseudo-mot d'un mot monosyllabique existant en français. Ce test est constitué de pseudo-mots et de logatomes. Ils ont été fabriqués au moyen de bases de données nécessaires pour trouver les fréquences phonologiques, orthographiques et lexicales adaptées (i.e., Manulex-infra, Peereman, Lété, et Sprenger-Charolles, 2007). Les pseudo-mots étaient constitués d'un mot d'une syllabe de type CVC à laquelle étaient rajoutées deux lettres à la fin. Ils étaient répartis en deux conditions : compatible avec le découpage syllabique et incompatible. En condition compatible, une consonne et voyelle étaient ajoutées (e.g., la syllabe CA collée au mot FIL donnant FILCA), la fin du mot correspondant à la segmentation syllabique. Dans la condition incompatible, une voyelle puis une consonne étaient rajoutées (e.g., la syllabe IL collée au mot DUR donnant DURIL), la fin du mot ne correspondant plus avec un découpage syllabique

congruent puisque la deuxième consonne forme l'attaque de la dernière syllabe. Le mot-cible chevauche donc la frontière syllabique.

60 mots ont été sélectionnés parmi lesquels 31 étaient fréquents lexicalement (L+) et 29 peu fréquents (L-) ; 28 étaient fréquents phonologiquement (P+) et 32 peu fréquents (P-). La répartition croisée des items était répartie comme suit :

	L+		L-		
	P+	P-	P+	P-	
Nombre d'items	19	12	9	20	60
	31		29		

Figure 3. Répartition des items.

La fréquence des bigrammes qui précèdent, chevauchent ou suivent la frontière syllabique attendue a été contrôlée de façon à minimiser le trou bigrammique et ainsi limiter la prévisibilité de la segmentation syllabique.

Cet indiçage par fréquence des bigrammes a été remplacé par la présence de profil de sonorité. Trois profils ont été établis et représentent chacun soit une chute (e.g., KIRPO), soit un plateau (e.g., BECTO), soit une hausse de sonorité (e.g., PUBJO).

Le profil de sonorité optimal en frontière syllabique chute quand un profil de sonorité optimal d'attaque augmente. La manipulation des profils n'est possible qu'en condition compatible car c'est dans cette condition qu'il est possible de faire se suivre deux consonnes dont la contiguïté a été manipulée.

Chaque passation débutait par une série d'entraînement de 12 items (6 logatomes ; e.g., DUGOB, et 6 pseudo-mots commençant par un mot ; e.g., SOCAG). Suivait la phase expérimentale constituée de 6 listes comportant chacune 28 stimuli dont 20 pseudo-mots commençant par un mot et 8 logatomes. Parmi les 20 pseudo-mots, 10 étaient en condition de compatibilité avec la frontière syllabique et les 10 autres en condition d'incompatibilité. Chaque liste était séparée par une pause gérée par l'enfant lui-même et dont la durée dépendait de son besoin. Il relançait lui-même le test. A l'issue de chaque pause, 2 stimuli de réadaptation, sélectionnés de façon

aléatoire dans une liste prédéfinie, débutaient chaque liste expérimentale suivante afin de ne pas biaiser les réponses. Les facteurs (condition, fréquence phonologique, fréquence lexicale et sonorité) étaient répartis pseudo-aléatoirement dans chacune des listes expérimentales et au sein de chaque liste expérimentale, les pseudo-mots et logatomes étaient sélectionnés et présentés de façon aléatoire également. La tâche était présentée sur un ordinateur portable et durait environ 16 minutes. A l'issue de chaque passation, les données ont été anonymisées au moyen d'un numéro.

Fréquence lexicale +	347 (1006)
Fréquence lexicale -	2 (2)
Fréquence phonologique +	944 (1510)
Fréquence phonologique -	21 (25)
Fréquence orthographique 2e bigramme (condition incompatible)	2693 (1790)
Fréquence orthographique 3e bigramme (condition incompatible)	271 (188)
Fréquence orthographique 3e bigramme (condition compatible)	1572 (839)
Fréquence orthographique 4e bigramme (condition compatible)	117 (102)

Figure 4. *Tableau récapitulatif des fréquences utilisées.*

Notes. Les valeurs sont les valeurs moyennes par million d'occurrences (déviations standards entre parenthèses).

3. Procédure

La tâche a été administrée aux enfants DYS, à leur domicile, sur les mois de novembre et décembre 2017. Au préalable, les parents avaient pris connaissance de la notice d'information, du formulaire de consentement et complété l'autorisation à participer à l'étude. L'accord oral des enfants a également été recueilli après leur avoir fourni une information orale, claire et adaptée à leurs capacités de compréhension. Ils ont également été informés qu'ils pouvaient à tout moment arrêter l'expérimentation s'ils la jugeaient trop difficile ou trop longue.

Après cette phase d'information et de discussion, les jeunes testés ont, dans un premier temps, rempli le test du TIME-3 (Écalle, 2006). Dans un second temps, ils ont réalisé la tâche informatisée de « Word Spotting ». Chaque enfant a eu les consignes écrites et orales. Au début du test, les participants ont réalisé une phase d'entraînement pour s'habituer aux touches de réponse matérialisées par des

gommettes. Une rouge sur la touche X pour une réponse négative, une verte sur la touche N pour une réponse positive. La barre d'espace servait à relancer le test à l'issue des pauses. Durant cette phase, ils étaient informés sur leur performance (i.e., « bravo ! », « dommage ! », « trop tard ! »).

Sur un fond blanc, un point de fixation (+) apparaissait pendant 500 ms au centre de l'écran avant que le pseudo-mot ou logatome ne flashe. Chaque item était présenté au centre de l'écran, en police Courier New, 18, noir, en lettres minuscules (2,05 degré d'angle visuel) et restait affiché pendant 500 ms ou jusqu'à ce que l'enfant presse une touche pour répondre. Les enfants devaient indiquer si l'item qu'ils avaient lu commençait ou non par un mot monosyllabique existant dans leur langue. Ils devaient répondre le plus rapidement possible en appuyant sur la touche verte ou rouge et en commettant le moins d'erreurs possible. Après la réponse de l'enfant, un ISI (Inter Stimuli Interval) de 250 ms était inséré avant tout nouvel essai.

Nous avons ainsi mesuré le temps et la précision des réponses de chaque participant.

III Résultats

Plusieurs analyses de variance à mesures répétées (ANOVAs) ont été réalisées en prenant en compte 4 facteurs intra-sujets :

- La condition (2 modalités : compatibilité (C1) et incompatibilité (C2))
- Le profil de sonorité (3 modalités : chute (S1), plateau (S2), hausse (S3))
- La fréquence lexicale (2 modalités : haute (L1) ou basse (L2))
- La fréquence phonologique (2 modalités : haute (P1) ou basse (P2))

Et un facteur inter-sujets, le groupe, à 3 modalités : dyslexique DYS, normo-lecteurs de même âge chronologique NLAC, normo-lecteurs de même âge lexique NLAL. Trois séries d'analyses ont été menées. La première rend compte des temps de réponse moyens du groupe des enfants dyslexiques sur les différentes variables telles que la condition de compatibilité versus incompatibilité, la fréquence phonologique, la fréquence lexicale sur la tâche de « Word Spotting ». La seconde oppose les temps de traitement moyens du groupe des enfants dyslexiques et du groupe des enfants normo-lecteurs appariés en âge chronologique ou en âge lexique sur ces mêmes variables. Une troisième introduit les profils de sonorité et cherche à les mettre en interaction les différentes variables. Cette dernière analyse vient interroger les facteurs permettant un découpage syllabique efficace chez les 3 groupes de sujets.

Compte-tenu du peu de résultats significatifs obtenus sur les pourcentages de bonnes réponses ou de leur difficulté d'interprétation (les principaux seront toutefois mentionnés), nous nous concentrerons sur les temps de réponse inter et intra-groupes. Ces derniers ont porté sur des données lissées. Lors du lissage, les temps de réactions inférieurs à 400 et supérieurs à 4000 ont été exclus des données recueillies. Ces temps extrêmes sont considérés comme des erreurs et ne reflètent pas le traitement cognitif que nous souhaitons mettre en relief. Ils relèvent soit d'un traitement cognitif tardif lié à une distractibilité, soit d'un phénomène d'anticipation plutôt en lien avec de l'impulsivité. Ils correspondent à environ 1,1% des données totales obtenues. Puis, les données par sujet, dans chaque variable, qui s'écartaient de la moyenne de +/- 2,5 écarts-types de la moyenne pour chaque condition

(compatible vs incompatible), ont été remplacées par la moyenne de la condition soit 1,8% des données totales recueillies.

1. Condition compatibilité vs incompatibilité avec le découpage syllabique

1.1 Effets principaux de la condition quels que soient les facteurs de fréquences phonologique et lexicale

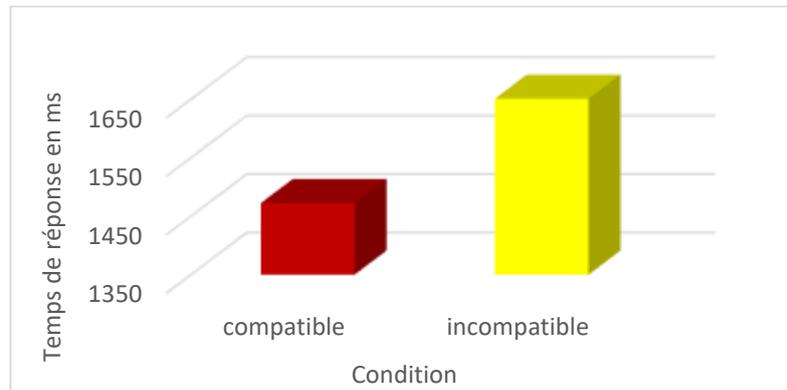


Figure 5. Temps de réponse en ms selon la condition tous groupes confondus.

Les résultats (figure 5) montrent un effet de la condition sur le traitement syllabique. La différence de temps de réponse pour la condition compatible versus incompatible est significative, $F(1,17) = 16,21$, $p < .0009$, η^2 partiel = .49. Elle l'est également pour les pourcentages de bonnes réponses, $F(1,17) = 10,03$, $p < .006$. En effet, les temps de réponse moyens sont de 1473 ms (84%) quand la condition est compatible et de 1651 ms (73%) quand elle est incompatible.

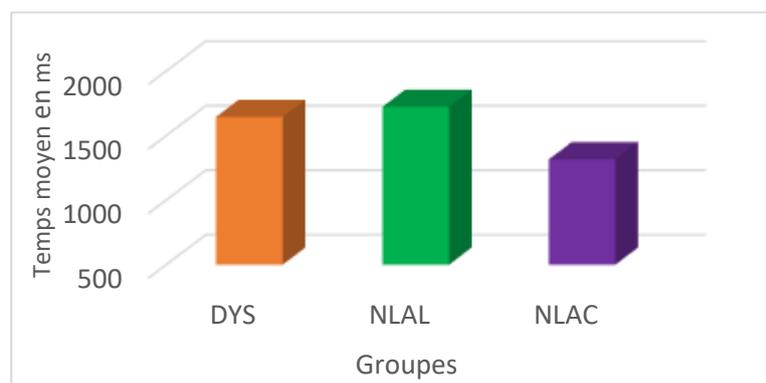


Figure 6. Temps de réponse moyen en ms par groupe

De plus, on constate un effet de la condition sur les temps de réponse intergroupes (figure 6), $F(2,51) = 11,6$, $p < .0001$, η^2 partiel = .31. Lorsque la condition est compatible, ces temps de traitement intergroupes sont statistiquement et significativement différents (selon un test post-hoc de Bonferroni avec correction de l'alpha). Les NLAC (1317 ms) répondent plus rapidement que leurs pairs DYS (1645 ms) et NLAL (1724 ms).

1.2 Effets principaux des facteurs de fréquences lexicale et phonologique en condition de compatibilité

Les items étant plus rapidement traités en condition de compatibilité, nous nous intéressons maintenant à l'influence des facteurs de fréquence lexicale dans un premier temps et de fréquence phonologique sur les temps de traitement syllabique.

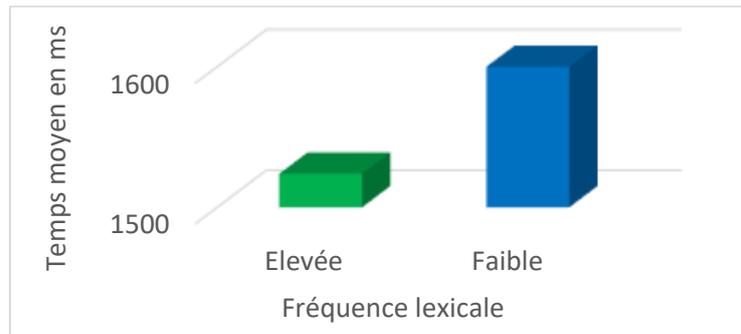


Figure 7. Temps de réponse tous groupes confondus sur le facteur de fréquence lexicale, en condition de compatibilité.

Ici, l'Anova indique un effet de la fréquence lexicale sur les temps de réponse. En effet, en condition de compatibilité, la fréquence lexicale haute influe sur les temps de réponses tous groupes confondus, $F(1,51) = 26,4$, $p < .0001$, η^2 partiel = .34, ainsi que sur les pourcentages de bonnes réponses, $F(1,51) = 21,59$, $p < .0001$. Les sujets répondent systématiquement plus rapidement et précisément quand les mots sont fréquents (1524 ms ; 86%) que quand ils sont rares (1599 ms ; 71%).

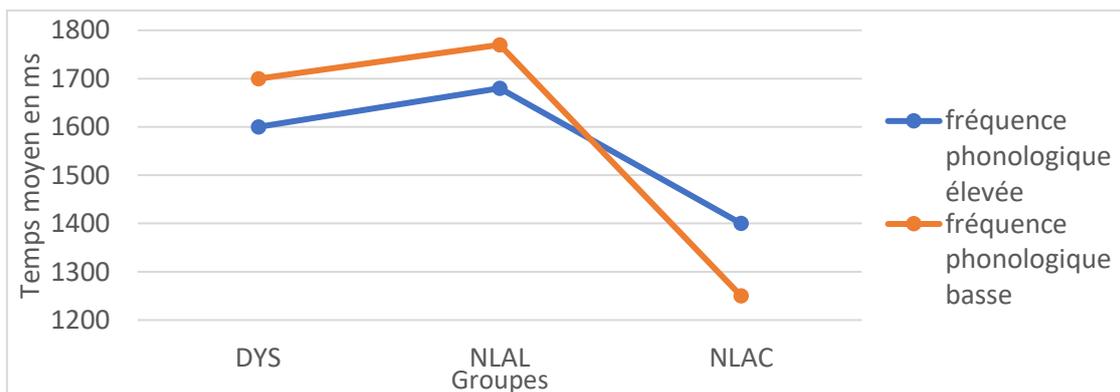


Figure 8. Répartition des temps de réponse moyen en ms selon les groupes et la fréquence phonologique en condition compatible.

L'Anova nous indique un effet significatif de la fréquence phonologique sur les temps de traitement intergroupes, $F(2,51) = 4,9$, $p < .01$, η^2 partiel = .79. Les temps de réponse des sujets NLAC sont significativement plus bas que ceux des autres groupes (figure 8). Pour les NLAC, lorsque la fréquence phonologique est basse, on

observe une inversion de tendance. Selon la figure 9, les temps sont inférieurs (1250 ms) à ceux sur les syllabes dont la fréquence phonologique est haute (1400 ms). On remarque également que les DYS (1600 ms et 1700 ms) sont plus avantagés par la fréquence phonologique de la syllabe lorsque la condition est compatible que leurs pairs NLAL (1680 et 1770 ms).

Groupes	Fréquence phonologique	Temps de réponse en ms
DYS	Elevée	1600
	Faible	1700
NLAL	Elevée	1680
	Faible	1770
NLAC	Elevée	1400
	Faible	1250

Figure 9. Temps de réponse des groupes sur la fréquence phonologique.

1.3 Effets d'interaction des conditions avec les différents facteurs

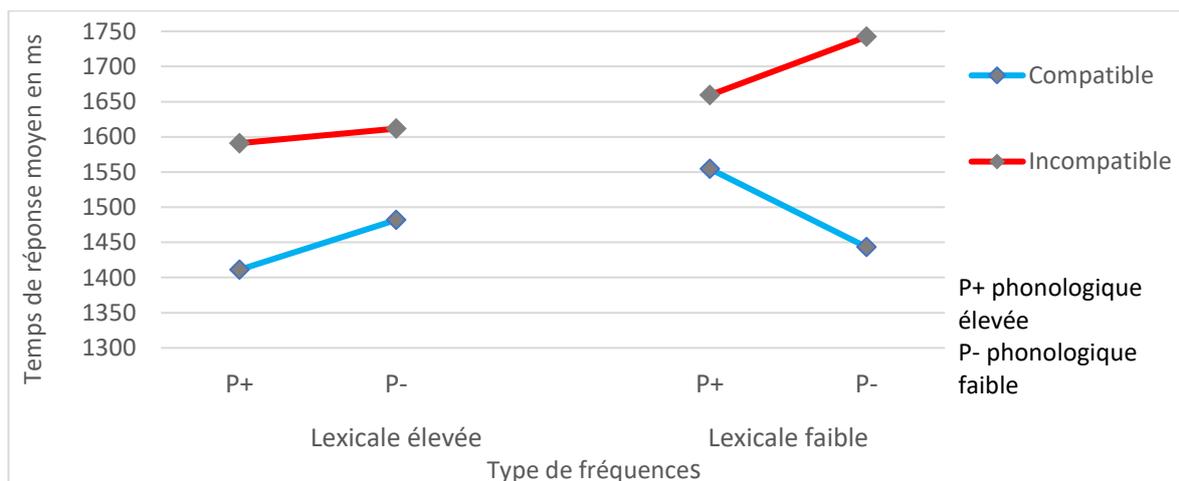


Figure 10. Interaction entre les fréquences selon la condition.

En condition d'incompatibilité, les temps de réaction sont plus élevés. Il n'y a pas d'interactions entre la fréquence lexicale et la fréquence phonologique des syllabes. La fréquence phonologique basse a un effet délétère sur la fréquence lexicale basse. En condition de compatibilité, les résultats indiquent un effet d'interaction Fréquences lexicales * Fréquences phonologiques tous groupes confondus, $F(1,51) = 17,8$, $p < .0001$, η^2 partiel = .26. Par ailleurs, un effet similaire a été observé pour les DYS où l'Anova indique une interaction Fréquence lexicale haute * Fréquence phonologique haute $F(1,17) = 5,72$, $p < .03$, η^2 partiel = .25. Les temps de lecture de

ces syllabes fréquentes dans des mots fréquents sont réduits (1440 ms contre 1620 ms pour syllabes rares). Il y a donc un cumul positif de ces deux facteurs.

2. Influence de la sonorité

2.1 Effet principal de la sonorité

La différence de la vitesse de traitement dans les conditions étant en faveur de la compatibilité et donc d'un traitement syllabique, nous nous intéressons à la sonorité puisque manipulée dans cette condition spécifiquement.

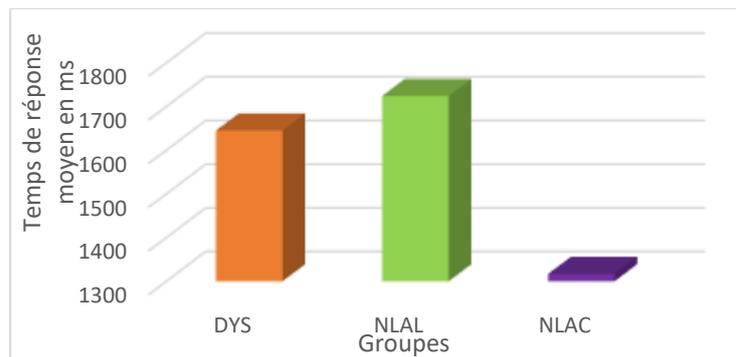


Figure 11. Influence de la sonorité sur les temps de traitement des différents groupes en ms.

L'Anova indique un effet de la sonorité sur les temps de traitement intergroupes, $F(2,48) = 22,5$, $p < .0001$, η^2 partiel = .48. En effet, selon la figure 11, les NLAC (1317 ms) répondent plus vite que leurs pairs DYS et NLAL et sont nettement avantagés par le profil optimal de sonorité. Les DYS (1645 ms) répondent sensiblement plus vite que les NLAL (1724 ms). Leurs résultats sont plus homogènes que ceux des NLAL.

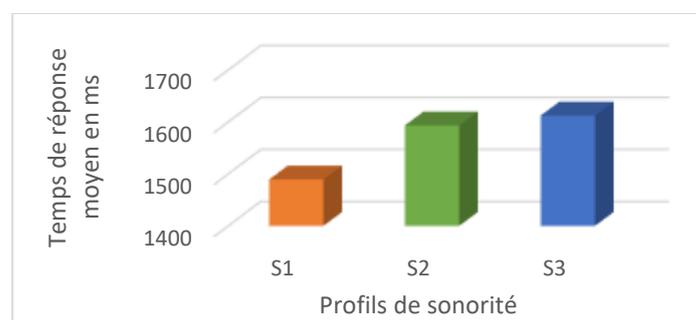


Figure 12. Influence des profils de sonorité sur la vitesse de traitement tous groupes confondus

Les résultats pointent un effet de la sonorité sur la vitesse de traitement, $F(2,96) = 42,1$, $p < .0001$, η^2 partiel = .47 ainsi que sur les pourcentages de bonnes réponses, $F(2,96) = 28,71$, $p < .0001$. En effet, selon un test post-hoc de Bonferroni avec

correction de l'alpha et comme le montre la figure 12, le profil S1 (chute) de sonorité optimale est traité plus rapidement et correctement (1489 ms ; 86%) que les profils S2 (plateau ; 1593 ms ; 71%) et S3 (hausse ; 1612 ms ; 75%), constituant des profils plus illégaux.

2.2 Effets d'interaction des facteurs de fréquence lexicale et phonologique avec les différents profils de sonorité

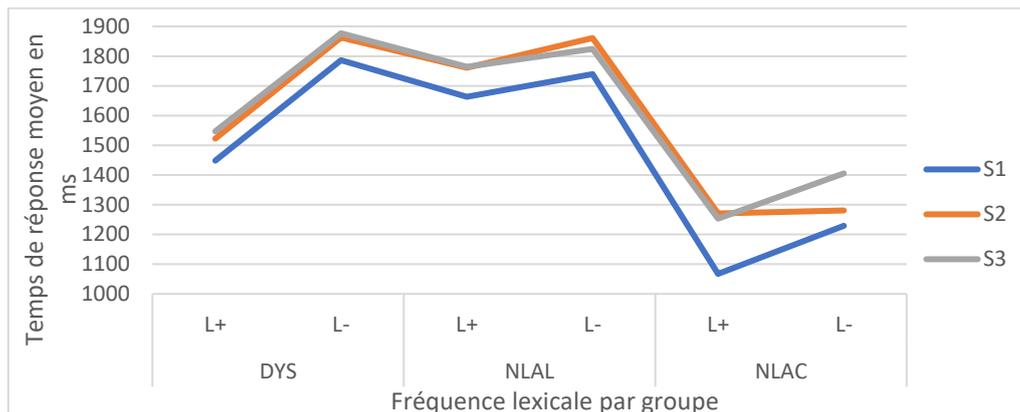


Figure 13. Influence de la fréquence lexicale et de l'optimalité des profils de sonorité sur la vitesse de traitement des différents groupes.

L'Anova pointe une interaction Profils de sonorité * Fréquence lexicale. Lorsque les syllabes sont fréquentes lexicalement et possèdent à la fois un profil de sonorité optimal, les temps des groupes sont significativement différents, $F(4,96) = 4,4$, $p < .003$, η^2 partiel = .15. Les NLAC restent les plus rapides (environ 1070 ms en fréquence haute et environ 1230 ms en fréquence basse). Par ailleurs, les DYS bénéficient le plus des effets de la fréquence lexicale et de la sonorité optimale et sont les plus performants (figure 13). Les mots rares impactent davantage leur temps de réponse (entre 1790 ms et 1880 ms selon les profils de sonorité) que celui des NL dont le profil semble plus homogène et le lexique plus « stable ».

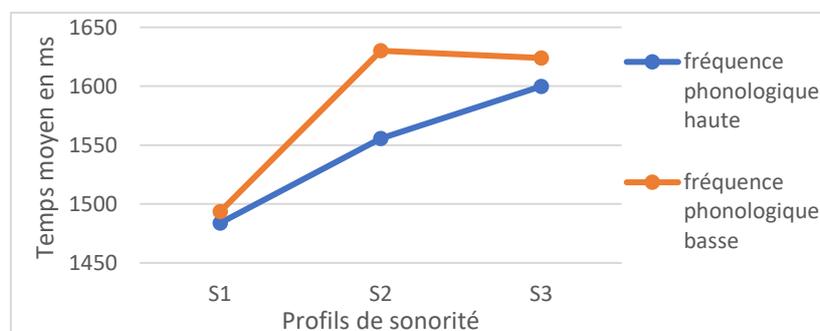


Figure 14. Influence de la sonorité et de la fréquence phonologique sur les temps de réactions tous groupes confondus.

Nous notons un effet d'interaction Fréquence phonologique * Profils de sonorité sur les temps de réponse des groupes, $F(2,96) = 4,65$, $p < .01$, η^2 partiel = .09. Globalement, selon la figure 14, nous remarquons une nette préférence pour le profil de sonorité optimale de chute qui est traité rapidement (environ 1480 ms en fréquence phonologique haute et 1490 ms en fréquence phonologique basse).

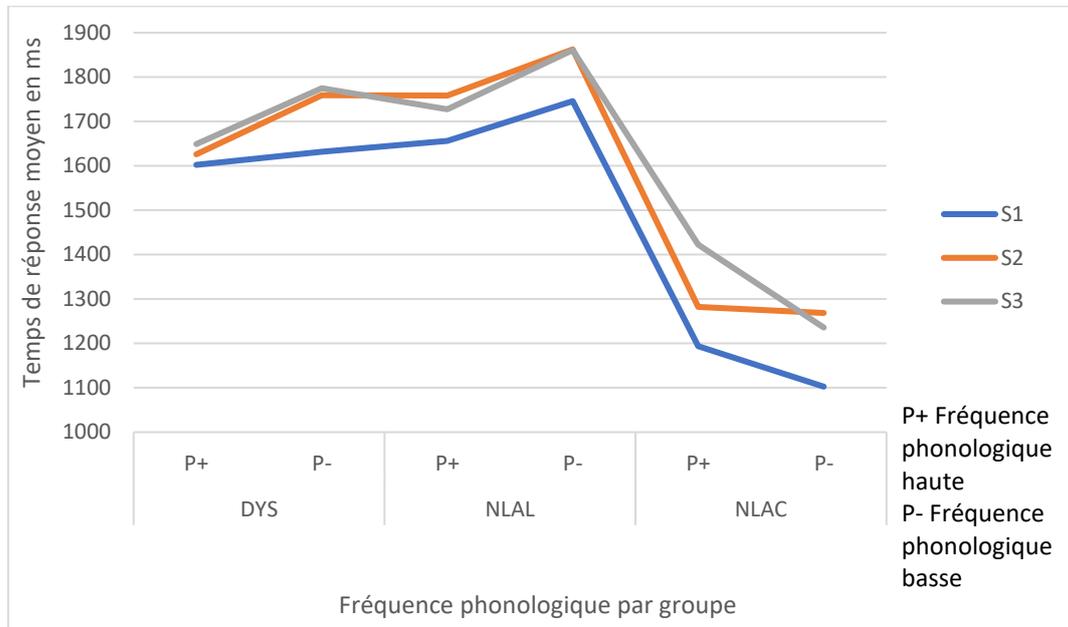


Figure 15. Influence de la fréquence phonologique et de l'optimalité des profils de sonorité sur la vitesse de traitement des différents groupes.

Les temps de traitement pour les 3 groupes sont significativement différents $F(4,96) = 5,24$, $p < .0007$, η^2 partiel = .18. Comme le montre la figure 15, le profil de sonorité optimal (S1) est nettement favorisé surtout lorsque la fréquence phonologique est élevée. Le cumul de ces 2 facteurs accélère considérablement le traitement syllabique de tous les groupes. Les NLAC (1190 ms) répondent plus rapidement que les DYS (1602 ms) qui répondent eux-mêmes plus rapidement que les NLAL (1670 ms). De plus, on remarque que les DYS bénéficient aussi de l'optimalité sonore lorsque la fréquence phonologique est basse (1630 ms). Enfin, les NLAC voient leurs performances s'inverser. Ils sont plus réactifs pour traiter des items dont la fréquence phonologique est basse lorsque les profils de sonorité sont extrêmes (chute : 1102 ms et hausse : 1235 ms).

IV Discussion

L'objectif de cette expérimentation était de prouver que les enfants DYS se montraient capable de segmenter syllabiquement des pseudomots et que cette segmentation pouvait être aidée par le marquage de sonorité. L'effet principal attendu était une sensibilité à la sonorité accrue en condition de compatibilité avec le découpage syllabique, sensibilité modulée par la fréquence lexicale et/ou phonologique. A l'image des enfants normo-lecteurs, les enfants DYS disposent ainsi de représentations phonologiques stables. Comme indiquée dans la partie théorique, une controverse existe entre les conclusions de diverses études publiées à ce sujet. En effet, Serniclaes, Heghe, Mousty, Carré, et Sprenger-Charolles (2004) ; Serniclaes et al. (2001) dans une tâche de discrimination de sons ont démontré que les enfants dyslexiques avaient un déficit de la perception catégorielle des sons. E.g., Goswami et al. (2011) ; Ramus (2003) ; Snowling (2001) ; Ziegler et al. (2008) ; Ziegler et Goswami, (2005) ; Ziegler, Grainger, et Brysbaert (2010) abordent encore l'existence d'un déficit phonologique alors que Maïonchi-Pino et al. (2013) évoquent plutôt un défaut d'accès aux représentations phonologiques stockées en mémoire. Par notre expérimentation, nous espérons prouver que, d'une part, les DYS sont capables de segmenter syllabiquement et d'autre part, sont sensibles aux trois profils de sonorité mis en place (chute, plateau et hausse). Par ailleurs, nous souhaitons démontrer que la sonorité est modulée par la fréquence phonologique et lexicale et pour finir, que les apprentis lecteurs DYS ont des représentations phonologiques intègres mais difficilement accessibles. Au-delà, de ces hypothèses, nous souhaitons également évaluer l'accès au lexique et la richesse du stock lexical de ces mêmes enfants.

Afin de tester nos hypothèses, nous nous sommes appuyés sur le protocole expérimental de « Word Spotting » initialement utilisé en perception de parole mais dont l'intérêt est ici de prouver la robustesse de la première syllabe, surtout si elle est sonore, et de provoquer une compétition lexicale. 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 nous attendions également à ce que l'interaction de ces facteurs démontre une activation plus rapide de l'accès aux représentations phonologiques et au stock lexical.

Nous allons maintenant nous appuyer sur les résultats de nos analyses statistiques pour répondre à nos hypothèses théoriques.

1. La segmentation basée sur la syllabe

De nombreuses études ont pointé le rôle important de la syllabe, voire son universalité en espagnol (e.g., Alvarez, Garcia-Saavedra, Luque, & Taft, 2016) chez des jeunes lecteurs (e.g., Chetail & Mathey, 2013; Colé & al., 1999; Goslin & Floccia, 2007), y compris DYS en dépit des différences significatives qui avaient été mises en relief pour ces enfants (e.g., Maïonchi-Pino, de Cara, Écalle, & Magnan, 2012; Maïonchi-Pino & al., 2010b).

Nos résultats montrent des capacités de traitement syllabique chez les enfants DYS. La condition de compatibilité leur est favorable et ils lisent en effet plus rapidement des syllabes fréquentes enchâssés dans des mots fréquents.

De plus, ces résultats iraient dans le sens de Seymour et Duncan (1997) qui illustrent la trajectoire développementale des enfants plus jeunes (NLAL) par rapport aux enfants plus âgés (NLAC) selon laquelle la syllabe est une unité de plus en plus rapidement disponible au fur et à mesure que la lecture s'automatise. Selon notre expérimentation, 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.

Dans cette optique, il semble donc que les enfants DYS soient 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.

Contrairement aux conclusions de Doignon et Zagar (2006); Doignon-Camus et al. (2013), 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. Notre expérimentation a utilisé des pseudomots formés de façon à minimiser le trou bigrammique et donc majorer les informations strictement acoustiques et phonétiques de sorte que les enfants ne puissent pas s'appuyer sur des régularités statistiques pour extraire les syllabes et localiser la frontière syllabique.

2. Une sensibilité au marquage de sonorité

Nous aurions pu imaginer qu'une tâche de « Word Spotting » utilisée pour la détection visuelle d'un mot écrit enchâssé dans un pseudomot ne faisait pas appel à des indices sonores acoustico-perceptifs. Or, 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 de syllabe, cet effet est majoré par la fréquence lexicale et/ou phonologique élevée. Ces résultats sont en accord avec ceux d'études antérieures sur des enfants normo-lecteurs et dyslexiques (e.g., Fabre & Bedoin, 2003 ; Maïonchi-Pino & al., 2012). On remarque que plus une frontière syllabique est saillante, c'est-à-dire composée d'un profil de sonorité légal, plus l'enfant est rapide dans le traitement syllabique et moins il commet d'erreurs de découpage. Cet aspect respecte la théorie de l'optimalité (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. Elle est issue du bain de langage que l'enfant reçoit depuis sa naissance et a mémorisé sous forme de connaissances universelles. 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'efficacité de ces informations que constituent les profils de sonorité optimaux. Les temps de traitement plus élevés sur les profils de sonorité illégaux (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 les profils de sonorité optimaux et les autres pour tous les groupes d'enfants.

Notre expérimentation montre un effet de la sonorité sur les groupes. Si, tous les enfants DYS et NLAL 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.

3. L'existence des représentations phonologiques

A l'instar de Berent et al. (2012, 2013, 2016) ; Carmona et Maïonchi-Pino (2015) ; Maïonchi-Pino et al. (2013), nos résultats montrent que les enfants DYS auraient des représentations phonologiques épargnées et qu'elles seraient relativement 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) décrit par Doignon et Zagar (2006) cité par Écalle et Magnan (2015) 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 ».

4. La richesse du lexique

Nos résultats nous apprennent que ce sont les DYS qui bénéficient le plus des effets de fréquence lexicale, donc que les mots fréquents facilitent plus amplement les traitements que chez les normo-lecteurs tandis que les mots rares impactent bien plus les DYS que les normo-lecteurs. Ces derniers ont globalement des profils plus homogènes, et possèdent un lexique probablement plus « stable ». On peut alors avancer que les DYS ont un lexique moins développé et moins riche et que la sonorité optimale (coda plus sonore que l'attaque) agit uniquement en tant que facilitateur du découpage syllabique. Quant aux NLAC, ils sont soumis à des effets inhibiteurs liés au plus petit nombre de compétiteurs lexicaux et entretenus par la sonorité rendant encore plus saillante la frontière syllabique et accélérant la reconnaissance de mots. Cela « souligne le rôle modulateur de la fréquence syllabique et de la sonorité dans les stratégies de segmentation » (Écalle & Magnan, 2015, p.90).

Pour finir, comme nous l'avons montré plus haut, la syllabe est largement influencée par des paramètres acoustico-phonétiques (e.g., Doignon & Zagar, 2006; Écalle & Magnan, 2015; Maionchi-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 expérimentation a mis en avant que les enfants dyslexiques étaient capables de traitement syllabique mais qu'ils étaient moins performants dans cette tâche que leurs pairs normo-lecteurs. On peut en déduire que les connaissances implicites et explicites sur la syllabe écrite sont un bon indicateur de la richesse du lexique. Les apprentis lecteurs DLD semblent donc souffrir d'un lexique moins riche, moins stable.

5. Limites de l'étude

5.1 Population

Malgré le fait que tous les enfants DYS recrutés ont bénéficié d'un bilan orthophonique ayant amené à un diagnostic de dyslexie à dominante phonologique,

il est rare que les déficits soient purs. Ils sont régulièrement associés à d'autres troubles cognitifs (e.g., Barrouillet & al., 2007) qui, même s'ils n'atteignent pas des seuils pathologiques, peuvent interférer avec le trouble premier.

Par ailleurs, dans notre population, la sévérité de la dyslexie était variable allant de dyslexies sévères (décalage entre l'âge chronologique et le score au TIMÉ ; écart le plus important : 67 mois) à des dyslexies plus légères (écart le moins important relevé au TIMÉ : 17 mois). Nous avons bien sûr compensé cette hétérogénéité en appariant les enfants DYS à des enfants normo-lecteurs du même âge lexique et du même âge chronologique afin de comparer avec des enfants ayant normalement les mêmes capacités en lecture.

Enfin, les enfants étaient suivis ou avaient bénéficié d'une prise en soin en orthophonie et pouvaient donc avoir développé des stratégies phonologiques compensatoires du fait de leur rééducation et de leur scolarité.

5.2 Protocole de passation

Le test du TIMÉ-3 (Écalle, 2006) a été choisi car il permet une passation en classe entière pour les normo-lecteurs, est rapide et permet d'obtenir un âge lexique précis. Or, ce test ne prend pas en compte la durée de passation et il s'avère que certains enfants DYS se sont trouvés en difficulté et ont passé beaucoup de temps à le réaliser. De plus, on sait que certains tests considèrent qu'un temps trop long malgré un faible nombre d'erreurs est aussi révélateur de déficit qu'un temps dans la norme et de nombreuses erreurs (e.g., épreuve de lecture de mots de la BALE Jacquier-Roux, Lequette, Pouget, Valdois, & Zorman, 2010 ; test de l'Alouette-R, Lefavrais, 2005 ; Evalouette, Maeder, Roustit, Launay, & Touzin, 2018).

De même, concernant la passation de ce test, les conditions n'étaient pas identiques. Les enfants dyslexiques y ont été soumis de façon individuelle, chez eux, au calme, tandis que les enfants normo-lecteurs l'ont réalisé en classe entière avec tous les biais que cette situation peut générer (bruit, copie...). Nous devons donc considérer les résultats à ce test et l'appariement entre enfants avec prudence puisqu'il n'est pas certain qu'ils reflètent les performances réelles des sujets.

Concernant la tâche sur ordinateur, elle était relativement longue (16 minutes) et fastidieuse, malgré les pauses accordées. Les enfants pouvaient se montrer moins vigilants au fil de la tâche. L'effet des feedbacks de correction lors de la phase d'entraînement permettait de remobiliser leur attention, mais on peut interroger

l'efficacité de ces derniers sur toute la durée du test. Les enfants DYS ont, malgré tout, joué le jeu jusqu'au bout en restant mobilisés mais qu'en est-il des normo-lecteurs ?

6. Prolongements et perspectives orthophoniques

Sur la base des connaissances apportées par la présente étude sur les apprentis lecteurs dyslexiques, à savoir des capacités à segmenter syllabiquement un mot, un déficit d'accès à des représentations phonologiques intègres, un lexique moins riche ; mais également sur les paramètres intervenant dans le découpage syllabique et le facilitant tels que la fréquence phonologique, la fréquence lexicale et surtout l'optimalité de la sonorité en frontière syllabique, nous pourrions proposer des aides à l'apprentissage ou comme l'a suggéré Ramus (2008), de « faire un inventaire des outils existants et d'évaluer rigoureusement leur efficacité » (Écalle & Magnan, 2015). Dans cette optique d'*Evidence-Based-Practice*, nous proposerions, par exemple, des entraînements non plus exclusivement métaphonologiques, c'est-à-dire basés sur la manipulation de phonèmes, mais des exercices portant sur la syllabe puisque notre mémoire a mis en évidence que les jeunes dyslexiques sont capables de traitement syllabique. Des études antérieures ont montré que, suite à un entraînement, les performances en lecture de mots et en compréhension écrite étaient meilleures pour le groupe d'enfants ayant effectué l'entraînement grapho-syllabique (Eccles, Kleinsz, & Magnan, 2013).

On ne peut cependant pas appliquer les méthodes de recherche à la clinique orthophonique. Si les protocoles d'entraînement informatisés ont fait preuve d'efficacité, c'est au prix d'un caractère intensif que les orthophonistes peuvent difficilement mettre en place en cabinet car trop coûteux en temps et en moyens informatiques d'une part et en disponibilité des patients et de leur famille d'autre part. Le rôle de l'orthophoniste au quotidien n'est finalement pas de traiter le déficit cognitif en lui-même mais plutôt d'apporter des remédiations comportementales adaptatives aux conséquences de ce trouble cognitif. L'objectif sera principalement de rendre la lecture fluente, l'orthographe correcte et la compréhension écrite efficiente de ces jeunes dyslexiques et ainsi de palier au(x) handicap(s) que génère la dyslexie sur les apprentissages scolaires.

IV Conclusion

Notre expérimentation a permis de montrer que les enfants dyslexiques sont capables de découpage syllabique puisqu'ils répondent plus rapidement en condition de compatibilité. De plus, ces stratégies de segmentation syllabique sont influencées par le marquage optimal de sonorité. La sonorité a été étudiée avec d'autres tâches et dans d'autres langues chez l'enfant et l'adulte (e.g., Berent & al., 2007 ; Berent, Lennertz, Jun, Moreno, & Smolensky, 2008 ; Berent & al., 2012, 2013 ; Tamási & Berent, 2015). Ces études confirment que les stratégies de découpage syllabique sont facilitées par le marquage sonore. Les profils de sonorité optimale qui soutiennent la détection des frontières entre les syllabes chez les enfants dyslexiques nuancent donc l'hypothèse du trouble phonologique et apportent des éléments complémentaires à l'analyse du déficit cognitif sous-jacent, à savoir davantage un défaut d'accès qu'un déficit des représentations phonologiques. Nos résultats ont montré que les enfants dyslexiques bénéficient de représentations phonologiques relativement efficaces c'est-à-dire activables, mais moins stables que leurs pairs normo-lecteurs d'âge chronologique puisqu'ils ont besoin d'un temps de traitement plus long. Cela va dans le sens d'un déficit d'accès aux représentations phonologiques, accès facilité lorsque la syllabe ou le mot a une fréquence phonologique et/ou une fréquence lexicale élevée. Pour finir, les jeunes lecteurs DYS possèdent par conséquent un lexique moins varié, moins riche que les normo-lecteurs.

Tous ces éléments, nouvelles découvertes ou simples confirmations d'études antérieures ou d'observations cliniques, contribuent à l'accroissement de nos connaissances sur le fonctionnement des enfants dyslexiques. La recherche permet donc l'amélioration de notre prise en soin de ces enfants en orthophonie. L'intérêt, entre autres, est de porter un regard critique sur des méthodes rééducatives qui, à la lumière des études, ne semblent pas efficaces et dont on peut mettre en doute les effets sur les progrès des patients. Ainsi, depuis la création de leur discipline par Madame Borel-Maisonny dans les années 40, les orthophonistes interrogent-ils constamment leur pratique afin de toujours replacer le patient au cœur de sa prise en soin et de lui apporter les méthodes de rééducation les plus efficaces et adaptées possible, dans un temps le plus réduit possible. Ce dynamisme va dans le sens d'une économie de soin prônée par les politiques de santé publique.

Références

- Alvarez, C.J., Garcia-Saavedra, G., Luque, J.L., Taft, M. (2016). Syllable parsing in children : a developmental study using visual word-spotting data in Spanish. *Journal of child language*, 1-22. DOI : 10.1017/S0305000916000040. (s. d.).
- American Psychiatric Association. (2013). *The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed.; DSM–5*. Washington, DC. Consulté à l'adresse <http://dx.doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.CautiionaryStatement>.
- Barrouillet, P., Billard, C., De Agostini, M., Démonet, J.-F., Fayol, M., Gombert, J.-E., ... Sprenger-Charolles, L. (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie: bilan des données scientifiques* (PhD Thesis). Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM).
- Bastien-Toniazzo, M., Magnan, A., & Bouchafa, H. (1999). Nature des représentations du langage écrit aux débuts de l'apprentissage de la lecture: un modèle interprétatif. *International Journal of Psychology*, 34(1), 43–58.
- 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. (2013). The phonological mind. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(7), 319-327. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.05.004>
- Berent, I., Lennertz, T., Jun, J., Moreno, M. A., & Smolensky, P. (2008). Language universals in human brain. *PNAS*, 105(14), 5321-5325. <https://doi.org/10.1073/pnas0801469105>
- Berent, I., Vaknin-Nusbaum, V., Balaban, E., & Galaburda, A. M. (2012). Dyslexia Impairs Speech Recognition but Can Spare Phonological Competence. *PLoS ONE*, 7(9), e44875. <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. (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>
- 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>
- Carmona, A., & Maïonchi-Pino, N. (2015). *Étude de l'influence des contraintes linguistiques et expérimentales sur le traitement syllabique pour l'accès aux représentations phonologiques auprès d'enfants dyslexiques développementaux*. (Mémoire d'Orthophonie). Besançon. Consulté à l'adresse http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUMED_MORT_2015_CARMONA_AUDREY.pdf
- Carroll, J. M., & Snowling, M. J. (2004). Language and phonological skills in children at high risk of reading difficulties. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(3), 631-640. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00252.x>
- Casalis, S., Parriaud, F. B., Cavalli, E., Chaix, Y., Colé, P., Leloup, G., ... Zoubinetzky, R. (2018). *Les dyslexies*. Elsevier Health Sciences.

- Chetail, F. (2015). Reconsidering the role of orthographic redundancy in visual word recognition. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00645>
- Chetail, F., & Mathey, S. (2010b). 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. (2009b). Syllabic priming in lexical decision and naming tasks: The syllable congruency effect re-examined in French. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 63(1), 40.
- Chetail, F., & Mathey, S. (2013). Interaction between phonemic abilities and syllable congruency effect in young readers. *Journal of Child Language*, 40(02), 492-508. <https://doi.org/10.1017/S0305000911000493>
- 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.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256. <https://doi.org/10.1037//0033-295X.108.1.204>
- 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/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale, 60(4), 258-274. <https://doi.org/10.1037/cjep2006024>

Doignon-Camus, Nadège, 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.

Doignon-Camus, Nadege, & Zagar, D. (2014). The syllabic bridge : the first step in learning spelling-to-sound correspondences*. *Journal of Child Language*, 41(05), 1147-1165. <https://doi.org/10.1017/S0305000913000305>

Doudin, P.-A., & Tardif, E. (2016). *Neurosciences et cognition : Perspectives pour les sciences de l'éducation*. De Boeck Supérieur.

Dumay, N., Content, A., & Frauenfelder, U. H. (1999). Acoustic-phonetic cues to word boundary location : evidence from word spotting. In *14th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS-14)* (p. 4). San Francisco, CA, USA. Consulté à l'adresse https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS1999/p14_0

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(02), 369. <https://doi.org/10.1017/S030500090600732X>

Écalle, J. (2006). *Timé-3: test d'identification de mots écrits*. Mot à mot éditions.

Écalle, J., Kleinsz, N., & Magnan, A. (2013). Computer-assisted learning in young poor readers: The effect of grapho-syllabic training on the development of word reading and reading comprehension. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1368-1376. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.01.041>

- Écalle, J., & Magnan, A. (2015). *L'apprentissage de la lecture et ses difficultés - 2e éd.* Dunod.
- 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/s1532799xssr0902_4
- Fabre, D., & Bedoin, N. (2003). Sensitivity to sonority for print processing in normal readers and dyslexic children. *Current psychology letters. Behaviour, brain & cognition*, (10, Vol. 1, 2003).
- Frost, R. (1998). Toward a strong phonological theory of visual word recognition: true issues and false trails. *Psychological bulletin*, 123(1), 71.
- Frost, R. (2012). A universal approach to modeling visual word recognition and reading: Not only possible, but also inevitable. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(5), 310-329. <https://doi.org/10.1017/S0140525X12000635>
- Goslin, J., & Floccia, C. (2007). Comparing French syllabification in preliterate children and adults. *Applied Psycholinguistics*, 28(02).
<https://doi.org/10.1017/S0142716407070178>
- 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.
- Gouskova, M. (2004). Relational hierarchies in Optimality Theory: the case of syllable contact. *Phonology*, 21(2), 201–250.
- Jacquier-Roux, M., Lequette, C., Pouget, G., Valdois, S., & Zorman, M. (2010). BALE Batterie Analytique du Langage Ecrit. CogniSciences Grenoble.
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., ... Schulte-Körne, G. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European

- orthographies with varying complexity: Cross-linguistic predictors of dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 686-694. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12029>
- Maeder, C., Roustit, J., Launay, L., & Touzin, M. (2018). *EVALEO 6-15*. Isbergues. Consulté à l'adresse <https://www.orthoedition.com/materiel/EVALEO-6-15-4191.html>
- Maïonchi-Pino, N. (2008). Le traitement syllabique chez l'enfant normo-lecteur et dyslexique : rôle des caractéristiques linguistiques du français. Consulté 29 avril 2018, à l'adresse
- Maïonchi-Pino, N., Cara, B. D., Magnan, A., & Ecalle, J. (2008). Roles of consonant status and sonority in printed syllable processing: Evidence from illusory conjunction and audio-visual recognition tasks in French adults. *Current psychology letters. Behaviour, brain & cognition*, 24(2), 2008).
- 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., Ecalle, J., & Magnan, A. (2012b). Are Syllabification and Resyllabification Strategies Phonotactically Directed in French Children With Dyslexia? A Preliminary Report. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 55(2), 435. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0286\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0286))
- Maïonchi-Pino, N., Magnan, A., & Écalle, J. (2010a). 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., Magnan, A., & Écalte, J. (2010b). The nature of the phonological processing in French dyslexic children: evidence for the phonological syllable and linguistic features' role in silent reading and speech discrimination. *Annals of Dyslexia*, 60(2), 123-150. <https://doi.org/10.1007/s11881-010-0036-7>
- Maïonchi-Pino, N., Taki, Y., Yokoyama, S., Magnan, A., Takahashi, K., Hashizume, H., ... 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>
- McQueen, J. M. (1998). Segmentation of continuous speech using phonotactics. *Journal of memory and language*, 39(1), 21–46.
- McQueen, J. M., Norris, D., & Cutler, A. (1994). Competition in spoken word recognition: Spotting words in other words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(3), 621.
- Meynadier, Y. (2001). La syllabe phonétique et phonologique : une introduction. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 20, 91-148.
- Morais, J., Pierre, R., & Kolinsky, R. (2003). Du lecteur compétent au lecteur débutant: implications des recherches en psycholinguistique cognitive et en neuropsychologie pour l'enseignement de la lecture. *Revue des sciences de l'éducation*, 29(1), 51–74.

- Norris, D., McQueen, J. M., & Cutler, A. (1995). Competition and Segmentation in Spoken-Word Recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(5), 1209-1228.
- Peereman, R., Lété, B., & Sprenger-Charolles, L. (2007). Manulex-infra: Distributional characteristics of grapheme—phoneme mappings, and infralexical and lexical units in child-directed written material. *Behavior Research Methods*, 39(3), 579–589.
- Prince, A., & Smolensky, P. (1997). Constraint Interaction in Generative Grammar. In *Handout from Hopkins Optimality Theory Workshop* (p. 262).
- Prince, A., & Smolensky, P. (2008). *Optimality Theory: Constraint interaction in generative grammar*. John Wiley & Sons.
- Ramus, F. (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, Franck. (2005). Aux origines cognitives, neurobiologiques et génétiques de la dyslexie. *Les troubles de l'apprentissage de la lecture*, 2038.
- Ramus, Franck, & Szenkovits, G. (2008). What Phonological Deficit? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 129-141.
<https://doi.org/10.1080/17470210701508822>
- Saksida, A., Iannuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonet, J.-F., Bricout, L., ...
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>

- Schelstraete, M.-A. (2015). *Trajectoire 4 - relations entre les troubles du langage oral et du langage écrit*. Présenté à séminaire sur les troubles spécifiques du langage oral, Lyon.
- Schelstraete, M.-A., Maillart, C., & Jamart, A.-C. (2004). Les troubles phonologiques : cadre théorique, diagnostic et traitement. *Les troubles du langage et du calcul chez l'enfant*, 81-112.
- Seidenberg, M. S. (1987). Sublexical structures in visual word recognition: Access units or orthographic redundancy?
- Serniclaes, W., Heghe, S. V., 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>
- Serniclaes, W., Sprenger-Charolles, L., Carré, R., & Demonet, J.-F. (2001). Perceptual discrimination of speech sounds in developmental dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(2), 384–399.
- Seymour, P. H., & Duncan, L. G. (1997). Small versus large unit theories of reading acquisition. *Dyslexia*, 3(3), 125–134.
- Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151-218. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)00645-2](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2)
- Snowling, M. J. (1995). Phonological processing and developmental dyslexia. *Journal of research in reading*, 18(2), 132–138.
- Snowling, M. J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 37-46. <https://doi.org/10.1002/dys.185>
- Sprenger-Charolles, L., & Cole, P. (2013). *Lecture et dyslexie - 2e éd.: Approche cognitive*. Dunod.

- 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>
- Treiman, R. (1989). The Internal Structure of the Syllable. In *Linguistic Structure in Language Processing* (p. 27-52). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2729-2_2
- Zhao, X., & Berent, I. (2018). The Basis of the Syllable Hierarchy: Articulatory Pressures or Universal Phonological Constraints? *Journal of Psycholinguistic Research*, 47(1), 29-64. <https://doi.org/10.1007/s10936-017-9510-2>
- Ziegler, J. C., Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario, F.-X., & Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition*, 107(1), 151-178. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.09.004>
- 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., Grainger, J., & Brysbaert, M. (2010). Modelling word recognition and reading aloud. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22(5), 641-649. <https://doi.org/10.1080/09541446.2010.496263>

