



**Université de Franche-Comté**  
**UFR SMP - Orthophonie**

**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  
pour obtenir le**

**CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONIE**

présenté et soutenu publiquement le 7 juillet 2015

par :

Audrey CARMONA

**Maître de Mémoire :**

Norbert MAIONCHI-PINO, Maître de conférences en Psychologie Cognitive.

**Composition du jury :**

Raphaël BALAVOINE - Orthophoniste

Catherine BIOT-CHEVRIER - Docteur en Psychologie Cognitive et Psychologue scolaire

Sophie DERRIER - Orthophoniste

# Remerciements

Je souhaite tout particulièrement remercier Norbert Maïonchi-Pino pour m'avoir accompagnée toute cette année, toujours avec enthousiasme et bonne humeur. Un grand merci pour le temps consacré à ce travail, les mails, les encouragements, les smileys, les petites blagues et les explications maintes fois répétées. Merci de m'avoir fait découvrir un nouveau continent « la Recherche » avec comme destination finale « la Sonorité » ! Merci de m'avoir guidée puis de m'avoir fait confiance. Travailler ensemble : c'était, c'est et ce sera chouette !

Un merci également à Catherine Biot-Chevrier et Raphaël Balavoine pour l'intérêt porté à ce travail et pour leur regard enrichissant de chercheur et de clinicien.

Merci aux enfants qui ont participé à cette étude avec leur optimisme, leur envie de bien faire et de me montrer ce qu'était être dyslexique au quotidien. Merci aux orthophonistes et aux parents qui m'ont ouvert leur porte et m'ont fait partager parfois autour d'un thé, d'un gâteau, leur récit face à ce trouble encore méconnu de nombreuses personnes.

Merci aux étudiantes de Clermont-Ferrand et aux enfants du Puy-de-Dôme que je ne connais pas mais qui ont fait partie de mon échantillon, sans eux, ça n'aurait pas été possible aussi ☺

Merci à M. Devevey et l'équipe pédagogique de Besançon pour leur vision sur le langage, notre rôle auprès des patients, la richesse du métier. Cela me poursuivra longtemps dans mon futur exercice !

Merci également à tous les maîtres de stage qui m'ont accueillie durant ces quatre années et ont profondément participé à ma construction professionnelle.

Enfin, merci à toutes mes copines de promo qui ont fait de Besançon une ville mémorable... Merci pour les rires, les blablas, les teufs, les pleurs, les footings, les journées BU, les craquages, les voyages... Merci d'être des amours de copines et d'avoir toute votre grain : Héloïse et son rire qui se propage, Amélie et ses méli-mélo qui font qu'on ne peut que l'aimer, Ariane et son cœur immense, Camille, son optimisme et son grain de folie, Julie et son élan qui chamboule tout, Anne-So notre petit bout en train, Floriane et sa bonne humeur communicative, Marine et sa douceur toujours la bienvenue, Clémence notre maman à toutes, Marie et son humour bien placé, Mylène et son regard qui dit « j'ai envie de dire une bêtise là et d'ailleurs je vais la dire ! », Claire et sa force tranquille, Anna et ses off et surtout ses ON, Morine et sa bienveillance.

Un tendre merci à Timothée pour sa présence et d'avoir fait des moments passés ensemble, des moments suspendus, hors du temps...

Puis un merci tout particulier à ma famille qui m'a suivie, soutenue et surtout changé les idées : ma sœur Amandine ou le rayon de soleil qui illumine une maison et propage la joie partout sur son passage, ma maman qui a planté les graines du bonheur tout au long de notre

enfance pour être épanouies aujourd'hui, mon petit papa, le sourire et la légèreté de la vie en personne et qui nous a collé un sourire à la tronche aussi du coup, mon beau-papa Olivier qui s'occupe si bien de maman et avec qui c'est un plaisir de se retrouver en terre Auvergnate ou mer Frontignannaise, ma belle-maman, Eliane pour les moments partagés et pour la jolie petite famille recomposée que nous formons avec David et Arnaud, ma petite manie et ses fous rires si communicatifs...

Enfin, merci à toutes les personnes qui ont croisé ma route à Besançon ou ailleurs et qui ont fait que je suis aujourd'hui.

Je vous souhaite une bonne lecture !

Audrey C.

Besançon, le 3 juin 2015

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	4
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE .....	6
I. La syllabe : de sa structure de base à ses propriétés acoustiques .....	7
II. Quand la lecture s'appuie sur la syllabe.....	11
III. Le traitement de la sonorité en lecture chez l'enfant dyslexique.....	18
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES .....	23
DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION.....	25
I. Participants.....	26
II. Protocole .....	27
TROISIEME PARTIE : PRESENTATION DES RESULTATS .....	34
I. Des résultats différents en fonction des groupes .....	36
II. Les conjonctions illusoires tout groupe confondu .....	40
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION.....	45
I. Analyse et interprétation des résultats.....	47
II. Limites de l'étude.....	54
III. Perspectives et apports de l'étude.....	56
CONCLUSION .....	59
BIBLIOGRAPHIE.....	61
TABLE DES FIGURES.....	69
TABLE DES TABLEAUX.....	70
TABLE DES MATIERES .....	71

# INTRODUCTION

La dyslexie est un des troubles cognitifs développementaux les plus étudiés. Depuis de nombreuses années, les chercheurs défendent des théories explicatives concurrentes (phonologique, visuo-attentionnelle, magnocellulaire, sensori-motrice, auditive...). Parmi celles-ci, la théorie la plus répandue est celle d'un trouble des représentations phonologiques. Celle-ci a été retrouvée dans de nombreuses études de langues différentes (e.g., Goswami, Wang, Cruz, Fosker, Mead et al., 2011 ; Melby-Lervag, Lyster, & Hulme, 2012 ; Paulesu, Démonet, Fazio, McCrory, Chanoine et al., 2001).

En effet, la dyslexie développementale se retrouve dans de nombreuses langues où la lecture repose sur une conversion lettre-son. Il y aurait un déficit de la conscience phonologique sous-jacent puisque le processus de lecture et d'écriture est déficitaire, qu'importe le système orthographique de ces langues. Depuis peu, les études s'intéressent aux stratégies de segmentation syllabique de ces sujets. Nous savons qu'avant l'entrée à l'école élémentaire, l'enfant est capable de segmenter les mots en unités syllabiques et non pas en unités phonémiques (e.g., Duncan, Colé, Seymour, & Magnan, 2006). Et d'après Gombert (2003), l'enfant possède alors déjà un système de traitement du langage oral qui va permettre l'élaboration d'un système de traitement de l'écrit. La syllabe pourrait alors être l'unité privilégiée de segmentation en lecture, issue des connaissances orales chez l'enfant normo-lecteur (e.g., Doignon-Camus & Zagar, 2014). Au vu des dernières études sur les stratégies de segmentation syllabique, les enfants dyslexiques, censés avoir des représentations phonologiques dégradées, semblent néanmoins capables de segmentation syllabique en s'appuyant sur des informations orthographiques et phonologiques (e.g., Doignon-Camus, Seigneure, Perrier, Sisti, & Zagar, 2013 ; Maïonchi-Pino, de Cara, Écalle, & Magnan, 2012a). Cela remet donc en cause l'hypothèse d'un trouble de ces représentations. En fait les difficultés des enfants dyslexiques apparaîtraient surtout lorsque les conditions des tâches ne sont pas pures (présence d'un bruit, vitesse rapide, intervention de la mémoire de travail...) et impliquent une participation de la mémoire à court terme phonologique (e.g., Ramus & Szenkovits, 2008). Certains auteurs émettent donc l'hypothèse d'un trouble de l'accès à ses représentations qui seraient intactes (e.g., Ramus & Szenkovits, 2008 ; Boets, Op de Beeck, Vandermosten, Scott, Gillebert et al., 2013).

Cela nous amène donc à nous interroger sur le traitement syllabique de l'enfant dyslexique et sur l'efficacité de ses représentations phonologiques. Pour être certains de n'observer que la voie phonologique, nous faisons le choix, contrairement aux études antérieures (e.g., Doignon-Camus et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a), d'éviter toute influence orthographique sur la stratégie de

segmentation et de manipuler une propriété plus universelle et novatrice telle que la sonorité. Nous chercherons à montrer que l'enfant dyslexique est capable de segmentation syllabique, que celle-ci peut être influencée par la sonorité mais qu'il a besoin d'un temps de traitement plus long que les enfants normo-lecteurs.

Pour poursuivre notre objectif, nous étudierons l'intégrité des représentations phonologiques en proposant une tâche de détection visuelle d'une lettre-cible en frontière syllabique. Nous observerons alors si les enfants dyslexiques sont sensibles à la sonorité de la même manière que des enfants normo-lecteurs de même âge chronologique et lexique. Parallèlement, pour distinguer les représentations et leur accès, le temps de présentation des stimuli sera manipulé. Il s'adaptera en fonction des performances du sujet, permettant ainsi une fenêtre temporelle optimale pour le traitement de la tâche. Nous pourrons alors étudier si le temps nécessaire à l'accès aux représentations phonologiques est plus long pour les enfants dyslexiques que pour les enfants normo-lecteurs.

Dans un premier temps, nous rappellerons plusieurs notions théoriques relatives à la syllabe et nous présenterons les différents travaux qui ont étudié le traitement de la syllabe et l'influence de la sonorité durant l'apprentissage de la lecture chez l'enfant normo-lecteur et dyslexique. Nous aborderons également les difficultés en lecture de l'enfant dyslexique mises en lien avec la théorie phonologique et les études récentes en faveur d'un trouble de l'accès aux représentations phonologiques. Nous exposerons ensuite le protocole expérimental et nous présenterons les résultats. Enfin, nous discuterons des résultats de notre travail et montrerons ses intérêts et ses limites.

**PREMIÈRE PARTIE :  
REVUE DE LA LITTÉRATURE**

# I. LA SYLLABE : DE SA STRUCTURE DE BASE A SES PROPRIETES ACOUSTIQUES

## A. LA STRUCTURE SYLLABIQUE

Une syllabe est une combinaison de phonèmes dont le noyau est pratiquement toujours une voyelle, elle constitue l'unité rythmique de la chaîne parlée en français (e.g., Cutler, 1997). Elle peut être considérée comme une unité linguistique articulatoire autonome, intermédiaire entre le mot et le phonème produite d'une seule émission de voix.

La syllabe comporte des segments plus fins, allant du niveau de l'attaque-rime, cette dernière elle-même décomposable en noyau-coda, jusqu'au phonème. Dans cette conception arborescente (Fig. 1), l'attaque se définit comme une consonne ou un groupement de consonnes précédant le pic vocalique. Le pic vocalique, ou noyau, représente l'élément indispensable le plus sonore du segment syllabique, c'est-à-dire une voyelle. La rime englobe le noyau ainsi que les éventuels éléments le suivant, tels que la coda. Enfin, la coda correspond à une consonne ou un groupement de consonnes suivant la voyelle. L'attaque et la coda sont facultatives.

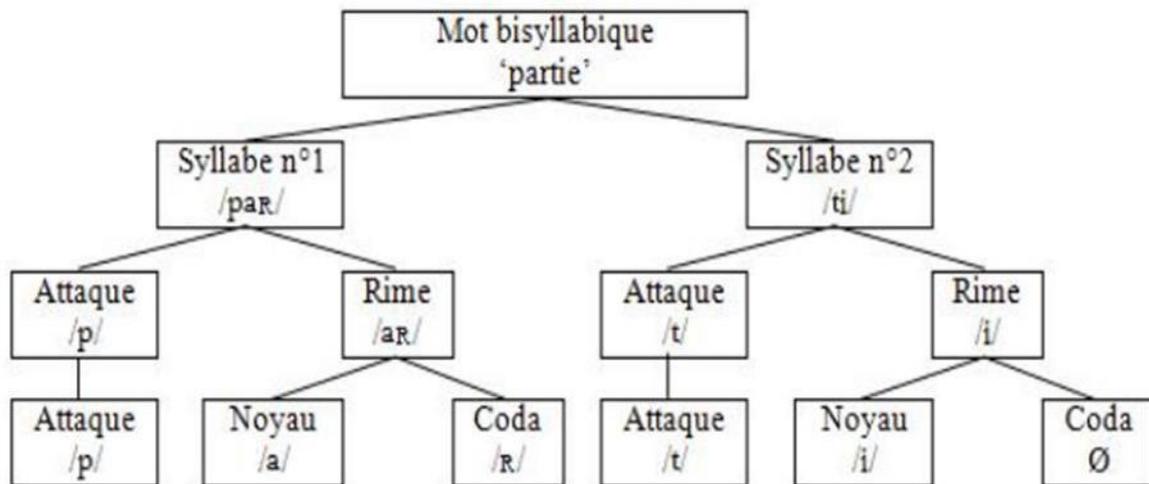


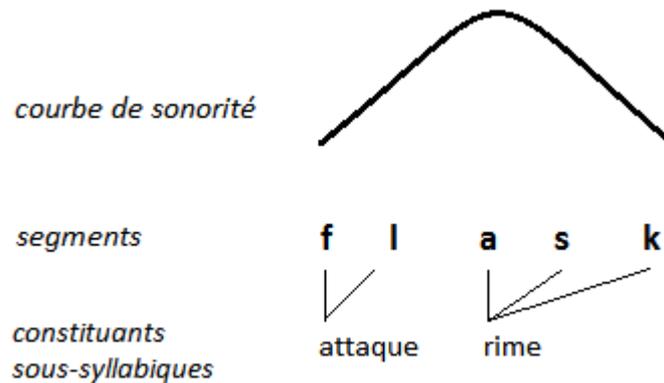
Figure 1. Hiérarchie de la structure interne d'un mot bisyllabique (inspiré de Treiman, 1989).

Ces éléments sont régis par des contraintes phonotactiques et linguistiques. En effet, concernant les groupes consonantiques en début de syllabe, ils sont régis par le principe de satisfaction de l'attaque maximale (Spencer, 1996), qui autorise un nombre maximum de consonnes au début d'une syllabe tant que les contraintes linguistiques du français acceptent ce groupe de consonnes comme étant légal en position initiale de mots. Par exemple, dans un mot bisyllabique avec un groupe intervocalique complexe (e.g.,  $C_1VC_2C_3V$ ; « patron ») la segmentation se situe entre  $C_1V$  et  $C_2C_3V$  car /tr/ est considéré comme phonotactiquement légal en position initiale de mot.

Alors que dans un mot bisyllabique, ayant un groupe consonantique non autorisé en position initiale de mot en français (i.e., phonotactiquement illégal ; e.g., /rt/,  $C_1VC_2C_3V$  ; « carton »), la segmentation se situe entre  $C_1VC_2$  et  $C_3V$ . Ce principe d'attaque maximale ainsi que tous les éléments d'une syllabe pourraient être régis par des propriétés plus complexes telles que la sonorité.

## B. STRUCTURER UNE SYLLABE : LA SONORITE

La syllabe est caractérisée par un cycle de sonorité avec un sommet (communément une voyelle) et des segments moins sonores autour. Ces derniers s'ordonnent de façon croissante du début de la syllabe à son sommet et décroissent du sommet à la fin de la syllabe (Fig. 2). En français, avec le principe de satisfaction de l'attaque maximale, le cycle de sonorité est optimisé.



**Figure 2.** Correspondance entre patron sonore et constituants sous-syllabiques du mot monosyllabique *flasque*.

La sonorité est un concept linguistique dont l'origine fait débat, certains pensent qu'elle est innée (e.g., Parker, 2008) et d'autres pensent qu'elle se construit avec l'expérience des propriétés acoustico-phonétiques des sons de la langue (e.g., Clements, 2006). Mais tous s'accordent pour définir la sonorité comme une propriété phonologique des sons caractérisée par leur relative intensité acoustique (par rapport à d'autres sons). La sonorité doit donc être envisagée comme un élément universel, constitutif de la phonologie et qui catégorise tous les sons de la parole selon une échelle hiérarchique acoustico-phonétique (e.g., Clements, 1990 ; 2006 ; Parker, 2008). Leur organisation va des consonnes de haute sonorité (des liquides aux nasales) aux consonnes de faible sonorité (des fricatives aux occlusives). Cependant, cette échelle n'est pas assez précise pour illustrer les préférences et restrictions concernant la structure syllabique. Certaines langues, comme le français, nécessitent une distinction plus fine de ces niveaux de sonorité (e.g., Gouskova, 2004 ; Fig. 3).

<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/	/r/	
<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).

La parole serait ainsi phonétiquement caractérisée par une modulation acoustique répondant au cycle de sonorité correspondant à chaque syllabe. La courbe de sonorité jouerait donc un rôle crucial dans la structure interne de la syllabe, permettant de déterminer le nombre de syllabes en fonction du nombre de sommets de sonorité. Dans cette optique, l'échelle de sonorité correspond donc à une échelle de syllababilité des segments. D'après les travaux de Clements (1990 ; 2006), les syllabes universelles optimales tendent à respecter une attaque croissante en sonorité atteignant son maximum à la voyelle et diminuant progressivement à la coda (Fig. 2). Pour quantifier ces écarts de sonorité entre les éléments syllabiques, un marquage de la sonorité a été mis au point.

### **C. UNE NOUVELLE APPROCHE : LE MARQUAGE DE LA SONORITE**

Le marquage de la sonorité s'appuie sur la Théorie de l'Optimalité (e.g., Prince & Smolensky, 2004) qui expose un système de contraintes hiérarchiquement rangées. Ce système ne varie pas d'une langue à une autre, seule la hiérarchie des contraintes diffère selon la langue. En effet, tous les orateurs ont des contraintes spécifiques à leur langue qui se développent progressivement avec l'acquisition phonologique et améliorent les stratégies de segmentation (localisation de la frontière syllabique). L'une des principales contraintes phonologiques universelles abstraites est le marquage. Les contraintes de marquage sont des restrictions qui évitent les séquences phonotactiquement illégales (e.g., les séquences phonologiques marquées comme /rb/) et favorisent les séquences phonotactiquement légales (séquences phonologiques non-marquées comme /br/). Evidemment, ces préférences s'appuient sur la sonorité et permettent de décrire les syllabes universelles et optimales qui tendent à se conformer au principe de séquençage de sonorité (e.g., Clements, 1990 ; 2006).

En 2013, à partir du principe de séquençage de sonorité et des travaux précurseurs d'Iris Berent et ses collègues en perception de parole (2010 ; 2012a ; 2012b), Norbert Maïonchi-Pino (2014, en révision) a défini différents profils de sonorité qui vont particulièrement nous intéresser dans notre étude. Il reprend des profils de sonorité des syllabes (PS dorénavant) qui suivent à la fois un degré de distance de sonorité et une dispersion de sonorité calculées grâce à l'échelle de

Gouskova (2004 ; Fig. 3). La distance de sonorité ( $s$ ) décrit la tendance des groupes consonantiques à augmenter d'au moins  $x$  degrés de  $C_1$  à  $C_2$  dans un groupe consonantique de type  $C_1C_2$ . Le principe de dispersion de sonorité, quant à lui, impose que dans une syllabe de type  $C_1C_2V$ , chaque élément soit le plus distant en termes de sonorité (Clements, 1990). Selon le principe de séquençage de sonorité, dans un profil de sonorité syllabique optimal, la sonorité augmente progressivement de l'attaque à la voyelle et redescend à la coda. On peut alors parler d'un marquage relatif à la sonorité phonologique. En effet, le groupe d'attaque le moins marqué, le plus légal (non-marqué) prendra préférentiellement la forme d'un PS de forte hausse jusqu'à la voyelle (e.g., /bʌ/,  $s = +4$ ). Par conséquent, un groupe d'attaque devient progressivement plus marqué, moins légal au fur et à mesure que le profil de sonorité diminue d'un PS de forte hausse à un PS de faible hausse (e.g., /mɪ/,  $s = +1$ ), à un PS plateau (e.g., /bd/,  $s = 0$ ), à un PS de faible baisse (e.g., /sp/,  $s = -1$ ) jusqu'à un PS de forte baisse (e.g., /ʌb/,  $s = -4$ ). En somme, au fur et à mesure que le marquage augmente, la légalité des profils diminue lorsque l'on passe progressivement d'un PS de forte hausse à un PS de forte baisse. Cependant, selon la Loi du contact syllabique (Vennemann, 1988), la frontière syllabique doit être formée d'une coda de haute sonorité suivie d'une attaque de basse sonorité, et le patron de marquage est alors inversé. En effet, en frontière syllabique, le marquage augmente et la légalité des profils diminue au fur et à mesure que l'on passe d'un PS de forte baisse (/ʌb/,  $s = -4$ ) à un PS de forte hausse (/bʌ/,  $s = +4$ ). Et lorsque les consonnes de part et d'autre de la frontière syllabique présentent une nette différence de sonorité, la segmentation syllabique est facilitée (e.g., étude chez l'adulte ; Bedoin & Dissart, 2002). Ce système de marquage de sonorité permet de quantifier l'intensité acoustique des sons les uns par rapport aux autres au sein d'une syllabe et d'une frontière syllabique et explique l'influence de la sonorité en fonction des différents profils sur le mécanisme de segmentation syllabique.

Nous avons maintenant une vision plus précise de la syllabe, ses propriétés acoustiques et de la segmentation régie par la sonorité. Nous allons alors nous intéresser au développement de l'utilisation de la syllabe lors de l'apprentissage de la lecture et à l'influence de ses propriétés notamment en fonction de différents paradigmes expérimentaux. Nous nous intéresserons particulièrement aux propriétés statistiques de l'orthographe et de la phonologie et à la sonorité concernant les propriétés phonologiques.

## **II. QUAND LA LECTURE S'APPUIE SUR LA SYLLABE**

### **A. LE TRAITEMENT DE LA SYLLABE CHEZ L'ENFANT NORMO-LECTEUR : UNE REVUE DES DIVERSES ETUDES**

L'apprentissage de la lecture est l'une des étapes les plus importantes des premières années de la scolarité de l'enfant, du fait qu'il va déterminer de nombreuses autres acquisitions scolaires. Selon Chetail et Mathey (2010) l'enfant qui débute l'apprentissage de la lecture commence par comprendre que l'écrit est un codage de la langue orale. L'enfant apprend alors que le langage écrit est composé d'unités orthographiques qui correspondent à des unités phonologiques du langage oral. Les conversions graphèmes-phonèmes lui sont enseignées, lorsqu'il se les approprie, il acquiert la conscience du phonème. Mais selon de nombreux auteurs, le système phonologique structuré avant l'expérience du langage écrit joue un rôle important dans l'acquisition de la lecture (e.g., Elbro & Pallesen, 2002 ; Wydell & Butterworth, 1999 ; Ziegler & Goswami, 2005). En effet, la syllabe, unité déjà disponible dans la conscience phonologique de l'enfant, est rapidement utilisée parallèlement au phonème. Sur la base de la théorie des petites unités, les faibles lecteurs qui acquièrent la conscience phonémique ont recours à une procédure grapho-phonémique durant l'apprentissage des correspondances graphèmes-phonèmes, mais dès que certaines correspondances sont automatisées et à force de rencontrer plusieurs fois les syllabes, les enfants ont rapidement recours à une procédure grapho-syllabique (e.g., Colé, Magnan, & Grainger, 1999). Ils reviennent alors sur l'unité qu'ils percevaient le mieux à l'oral. Il serait moins coûteux de segmenter le mot /soldat/ en deux syllabes /sol/ et /dat/ plutôt qu'en six unités isolés /s/+o/+l/+d/+a/+t/. Enfin, l'utilisation de la syllabe serait généralisée après 2 ans et demi d'apprentissage de la lecture (Ehri, 2005).

Le rôle de la syllabe semble donc très important chez l'apprenti-lecteur et a été étudié par le biais de l'effet de compatibilité syllabique. Cet effet a été initialement observé chez les adultes par Mehler, Dommergues, Frauenfelder et Segui (1981) dans une tâche auditive consistant à détecter des cibles phonémiques telles que /pa/ (cible CV) et /pal/ (cible CVC) dans des mots présentés oralement tels que pa.lace et pal.mier. Les sujets devaient décider si une cible, de structure CV ou CVC apparaissait à l'initiale d'un mot dont la structure syllabique initiale était compatible (e.g., PA dans PA.LACE ; PAL dans PAL.MIER) ou incompatible (e.g., PAL dans PA.LACE ; PA dans PAL.MIER). Les résultats ont montré des temps de réponses plus rapides lorsque la structure syllabique de la cible était compatible avec la structure syllabique du mot présenté que lorsqu'elle était incompatible. Cette situation expérimentale a été adaptée à la tâche de lecture et soumise à des enfants (e.g., Colé et al., 1999 ; Rativeau, Zagar, Jourdain, & Colé, 1997). Un segment de plusieurs lettres (CV ou CVC) était présenté sur un écran puis un mot apparaissait, les enfants devaient

décider si le segment initial était présent dans le mot. Dans l'étude de Colé et al. (1999), les enfants, après 6 mois d'apprentissage de la lecture, avaient des temps de réponse plus rapides lorsque la cible correspondait à la première syllabe du mot (e.g., SO dans SOLEIL) que lorsqu'elle ne correspondait pas (e.g., SOL). Ces effets ont été obtenus aux cinq niveaux du cycle élémentaire, mais ils étaient le plus important au CE2 et n'apparaissaient que chez les très bons lecteurs en CP (également dans l'étude de Rativeau et al., 1997). Enfin, l'effet s'est montré progressif selon le niveau de lecture et la fréquence des mots : chez des enfants de CM2, l'effet apparaissait pour les mots rares chez les normo-lecteurs, pour les mots fréquents chez les faibles lecteurs et n'apparaissait pas chez les enfants dyslexiques (Colé & Sprenger-Charolles, 1999). Ceci a alors permis de démontrer que la syllabe est une unité de lecture perceptive et prélexicale précocement disponible.

Plus récemment, les travaux se sont intéressés à l'influence de la fréquence de la syllabe mais les résultats se sont souvent montrés contradictoires. Maïonchi-Pino, Magnan et Écalle (2010a) dans une tâche similaire à celle de Colé et al. (1999) ont montré un effet facilitateur (temps de réponse plus court) de la compatibilité syllabique qui apparaît en CP et CE2 pour des syllabes fréquentes, alors qu'il apparaît en CM2 quelle que soit la fréquence. Chetail et Mathey (2009) ont proposé une tâche de décision lexicale colorée chez des enfants de CE1 bons et faibles lecteurs et ont également testé cet effet. Des paires de mots et de pseudos-mots partageant les trois premières lettres mais pas la première syllabe (e.g., avec une première syllabe CV, ca.rotte soit avec une première syllabe CVC, car.ton) étaient présentés aux enfants. La couleur des mots (deux couleurs par mot) respectait la segmentation syllabique (CA.rotte, CAR.ton) ou non (CA.Rotte, CAR.ton). L'enfant devait décider le plus rapidement possible si le mot appartenait à sa langue. Les résultats ont montré un effet de complexité de la structure syllabique, les mots CV sont reconnus plus rapidement que les mots CVC, ainsi qu'un effet de la répartition des couleurs, les mots dont la répartition des couleurs respecte la segmentation syllabique sont mieux reconnus, chez les moins bons lecteurs. On observe donc un effet facilitateur de compatibilité syllabique chez les faibles lecteurs. En revanche, ces effets n'ont pas été observés chez les bons lecteurs qui obtiennent un temps de réponses plus élevé lorsque la répartition des couleurs est congruente avec la segmentation syllabique. Il existe donc, pour eux, un effet inhibiteur de compatibilité syllabique. En fait, chez le bon lecteur, selon le modèle d'Activation Interactive de lecture experte (Mathey, Zagar, Doignon, & Seigneuric, 2006), plus une syllabe est fréquente, plus elle active de candidats lexicaux qui entrent en compétition pour la reconnaissance du mot et ralentissent donc la lecture. Les résultats de Maïonchi-Pino et al. (2010a) et Chetail et Mathey (2009) sont donc contradictoires mais les tâches étaient différentes (respectivement, tâche de reconnaissance de cible CV ou CVC et tâche

de décision lexicale) et ne faisaient ainsi pas appel aux mêmes niveaux cognitifs de traitement. La première tâche peut être réalisée sur la base d'informations sous-lexicales uniquement, tandis que la seconde fait appel à l'accès au lexique. La syllabe est donc une unité précocement disponible en lecture et les effets basés sur la fréquence syllabique dépendraient largement du paradigme utilisé (accès ou non au lexique).

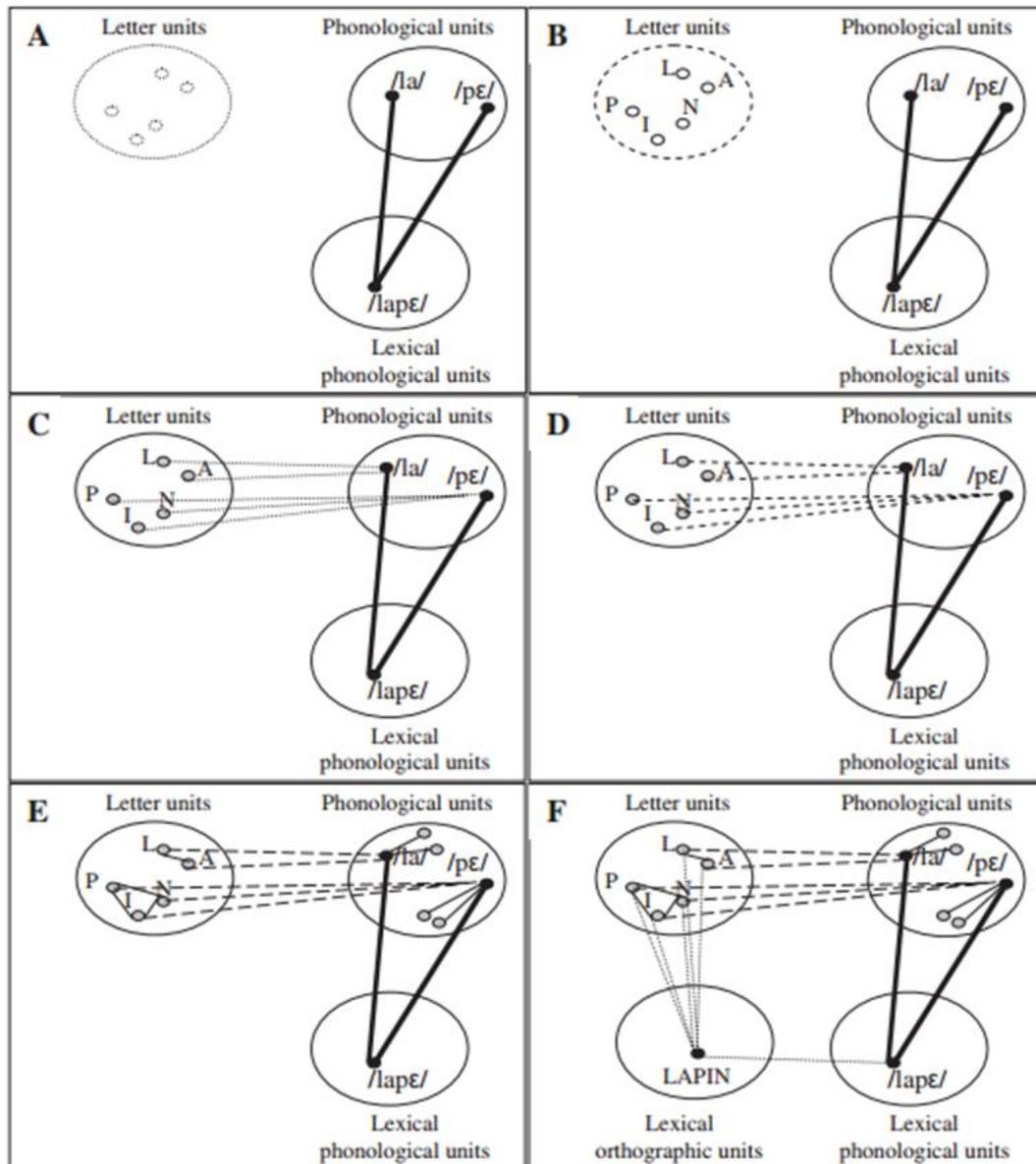
## **B. LE PARADIGME DES CONJONCTIONS ILLUSOIRES ET LE PONT SYLLABIQUE**

Des travaux utilisant le paradigme des conjonctions illusoires (Prinzmetal, Treiman, & Rho, 1986) se sont intéressés plus particulièrement au traitement du bigramme formant la frontière syllabique (e.g., Doignon & Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a ; Maïonchi-Pino, 2014, en révisions). En effet, ce paradigme semble être un outil pertinent d'investigation des unités perceptives à un niveau précoce (sous-lexical) de traitement des mots écrits, il sert également à montrer l'automatisme du traitement. La tâche consiste à rapporter la couleur de la lettre-cible présentée dans une suite de lettres écrite de deux couleurs (rapporter la couleur de la lettre P pour l'item REPOS ou REPOS). Les mots ou pseudo-mots sont présentés très brièvement et conduisent les participants à commettre des erreurs. Les conjonctions illusoires (dorénavant CI) sont les erreurs des participants lorsqu'ils attribuent à la lettre-cible l'autre couleur. Prinzmetal et al. (1986) ont montré que ces erreurs perceptives pourraient naître d'interférences entre la perception de la couleur et les connaissances orthographiques et/ou phonologiques. Ainsi, les CI sont plus présentes au sein d'une même unité qu'entre deux unités perceptives. On distingue deux types de CI : les erreurs de préservation lorsque les participants attribuent incorrectement à la lettre-cible la couleur des lettres appartenant à la même syllabe (e.g., répondre que P est de la même couleur que OS dans l'item REPOS) et les erreurs de violation lorsque les participants attribuent incorrectement à la lettre-cible la couleur des lettres n'appartenant pas à la même syllabe (e.g., répondre que la lettre-cible P est de la couleur de RE dans l'item REPOS). Si les unités syllabiques sont perçues dans les mots écrits, on s'attend donc à observer un effet syllabique, c'est-à-dire que les participants commettent plus d'erreurs de préservation que de violation. Cette tâche est adaptée aux apprentis lecteurs dans la mesure où on ne demande pas de lire le mot écrit mais de détecter la couleur de la lettre cible. Et en manipulant les propriétés statistiques (fréquence orthographique, plausibilité phonologique) des syllabes des mots présentés, nous pouvons connaître l'information sur laquelle l'enfant s'appuie pour lire. Diverses variables sont ainsi ajustées pour distinguer ces informations. Concernant l'orthographe, la fréquence d'apparition des bigrammes et trigrammes dans la langue peut être vérifiée grâce à une base de données (e.g., *Manulex-infra* ; Peereman, Lété, & Sprenger-Charolles, 2007). Pour la phonologie, la syllabe choisie doit correspondre à une unité syllabique du langage oral et on peut vérifier également sa fréquence

d'apparition en syllabe initiale (e.g., *Surface* ; New, Pallier, Brysbaert & Ferrand, 2004). Des études (e.g., Doignon & Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013) ont ainsi montré que dès la seconde année d'acquisition de la lecture, les apprentis-lecteurs identifient les syllabes dans les mots écrits selon des propriétés orthographiques et phonologiques et que l'effet syllabique ne varie pas selon le degré de scolarisation des enfants (CE1-CM2). De même, lorsqu'il y a concordance entre les fréquences orthographiques et phonologiques, l'effet est facilitateur pour l'enfant dyslexique.

En 1987, Seidenberg propose l'hypothèse du trou bigrammique pour rendre compte des traitements syllabiques et selon laquelle les unités de lecture s'appuient sur la redondance orthographique, car les bigrammes chevauchant la frontière syllabique sont moins fréquents que les bigrammes faisant partie d'une syllabe (e.g., dans ANVIL, l'exemple classique utilisé pour illustration, le bigramme NV présente une chute drastique de la fréquence de cooccurrence des lettres par rapport aux bigrammes AN et VI ; ce trou bigrammique serait donc un indice de segmentation et de groupement des lettres en syllabes). Doignon-Camus et Zagar (2014) reprennent ainsi cette hypothèse et repartent des études qui ont utilisé le paradigme des conjonctions illusoire (e.g., Doignon & Zagar, 2006; Maïonchi-Pino et al., 2012a ; 2012b) pour montrer que la syllabe est une unité fonctionnelle du traitement des mots écrits chez l'apprenti-lecteur français. Ils ont ainsi proposé un modèle adapté à l'apprenti-lecteur : le modèle DIAMS (Developmental interactive model with syllables). Ils expliquent que l'apprentissage de la lecture se fait en associant les lettres et les syllabes grâce à un pont syllabique. Des connexions fortes se créent entre des groupements de lettres et les syllabes phonologiques car les premiers correspondent aux seconds. Les deux principaux arguments de ce pont sont que la syllabe est une unité précocement disponible et représentée mentalement et que les groupements de lettres correspondant aux syllabes sont facilement repérables car elles utilisent des propriétés statistiques (fréquence d'apparition haute) rapidement apprises par l'enfant (une exposition de quelques minutes suffit). Ce modèle expose le système linguistique de l'enfant avant l'apprentissage de la lecture (Fig. 4) : il a déjà des représentations lexicales phonologiques grâce au langage oral (étape A). L'apprentissage entraîne la construction de représentations orthographiques et leur mise en relation avec les syllabes phonologiques déjà disponibles et l'automatisation de ces relations (étapes B, C et D). Les représentations phonémiques se construisent ensuite et renforcent les connexions inter-lettres (étape E), car comme plusieurs études le confirment, les pré-lecteurs n'ont pas conscience du phonème (e.g., Demont & Gombert, 1996 ; Liberman, Shankweiler, Fisher, & Carter, 1974), celle-ci se construit suite à l'apprentissage explicite des correspondances graphèmes-phonèmes. L'apprentissage de la lecture débouche alors sur la construction de représentations lexicales orthographiques (étape F). Ce modèle met en avant les propriétés statistiques de la phonologie et

de l'orthographe qui sont rapidement utilisables par l'enfant pour lire. Et le repérage de la frontière syllabique peut s'appuyer sur ces propriétés statistiques (Doignon & Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013).



**Figure 4.** Developmental interactive model with syllables (DIAMS, Doignon-Camus & Zagar, 2014).

Cependant, dans les études citées plus haut (Doignon & Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2010a), les mots choisis contenaient des informations à la fois orthographiques et phonologiques, il semble donc difficile de déterminer par quelle voie les enfants ont traité les mots. A partir de ces études, nous n'avons pas pu savoir si la lecture pouvait se baser seulement sur des informations phonologiques. Des travaux suggèrent pourtant que la lecture pourrait également s'appuyer sur des caractéristiques plus acoustiques telles que la sonorité.

### C. LA SONORITE EN FRONTIERE SYLLABIQUE : UN AXE DE RECHERCHE NAISSANT

Certaines études sur le traitement de la syllabe font émerger l'idée qu'une propriété phonologique telle que la sonorité pourrait influencer le traitement de cette unité. En effet, Sprenger-Charolle et Siegel (1997) ont montré que des enfants de CP, dans une tâche de lecture à voix haute de stimuli tels que *ti.bulo*, *tir.bul* et *tri.bul*, réussissaient mieux à lire les mots commençant par une syllabe simple (CV : C pour consonne, V pour voyelle), plutôt que complexe (CVC ou CCV). D'autre part, Bastien-Toniazzo, Magnan et Bouchafa (1999) montrent que les enfants de CP essaient de retrouver des syllabes orales connues pour segmenter des groupes de lettres, et que les syllabes complexes tendent à être simplifier. Plus précisément, les profils de sonorité pourraient guider la segmentation syllabique. Les études de Maïonchi-Pino et al. (2012a ; 2012b ; 2012c ; 2014, en révision) se sont appuyés sur les travaux de Fabre et Bedoin (2003), premières à s'intéresser au rôle de la sonorité en frontière syllabique chez l'enfant, et sur les travaux de Doignon et Zagar (2006) concernant le paradigme des conjonctions illusoires car il permet de neutraliser les effets d'inhibition, ne faisant pas appel au lexique. Leurs résultats ont montré que les enfants étaient sensibles aux profils de sonorité notamment optimal (coda sonore – attaque obstruente) et quand ce n'est pas optimal, ils favorisent l'attaque maximum et cela de façon très précoce dans l'apprentissage de la lecture (Maïonchi-Pino et al., 2012b). La stratégie de segmentation syllabique basée sur la sonorité semble être rapidement et automatiquement disponible et les propriétés statistiques ne semblent donc pas obligatoires pour la segmentation syllabique. Pour en être sûr, les dernières études (Maïonchi-Pino, 2014, en révisions ; 2015, en révisions) ont utilisé des stimuli avec des fréquences orthographiques (fréquence des bigrammes et trigrammes autour de la frontière syllabique) et phonologiques (fréquence des syllabes initiales CV/CVC) quasiment nulles, c'est-à-dire des stimuli avec des structures qui n'existent pas en français et dont le marquage de sonorité varie d'un profil de forte hausse à un profil de forte baisse. Maïonchi-Pino (2014, en révisions) s'est ainsi demandé comment le pont syllabique (modèle DIAMS, Doignon-Camus & Zagar, 2014) allait fonctionner sans les propriétés statistiques sur lesquelles il est censé s'appuyer. Les premiers résultats montrent que l'utilisation de la segmentation syllabique augmente du CP au CM2 et que cette segmentation est influencée par la sonorité consonantique. En effet, les stratégies de segmentation semblent guidées par le marquage et la légalité du groupe consonantique de la frontière syllabique : plus le marquage diminue d'un profil de forte hausse (e.g., *gm*), ou groupe intervocalique le plus illégal, à un profil de forte baisse (e.g., *lb*), ou groupe intervocalique le plus légal, plus le taux de CI de préservation augmente et le taux de CI de violation diminue. La segmentation syllabique est bien influencée par la sonorité relative à la légalité du groupe intervocalique. Plus la formation du groupe intervocalique de la frontière syllabique répond à la Loi

du contact syllabique (Vennemann, 1988), plus la segmentation est favorisée. D'autre part, les pseudomots formés d'un profil de sonorité de forte baisse, dit illégal (e.g., OJRUE) étaient segmentés dans la forme O.jruve. Ce découpage suit le principe de l'attaque maximale (e.g., Spencer, 1996) selon lequel un nombre maximum de consonnes est autorisé en début de syllabe tant que les contraintes linguistiques du français acceptent ce groupe de consonnes comme étant légal en position initiale de mots. Pour le groupe consonantique *jr*, il devrait être illégal en position initiale de mot car il n'existe pas en français mais il est en fait légal dans cette position, car du point de vue de la sonorité, une syllabe doit avoir, de manière idéale, une courbe de sonorité qui va en augmentant (Fig. 2). Ainsi, la frontière syllabique se situe bien entre O et jruve grâce aux caractéristiques sonores du groupement consonantique *jr*. Ces études ont donc conclu que la segmentation syllabique pouvait s'appuyer sur d'autres informations que les propriétés orthographiques et phonologiques. Le pont syllabique peut fonctionner sur la base d'informations acoustiques. Les études sur la sonorité n'en sont qu'à leurs prémices et nous avons, à ce jour, très peu d'informations sur l'influence de la sonorité chez l'enfant dyslexique.

L'ensemble des résultats obtenus montrent un parcours développemental relativement clair. En début d'apprentissage de la lecture, les enfants n'ayant pas construit de lexique orthographique vont avoir recours à un traitement phonologique (e.g., Chetail & Mathey, 2010). La nature des unités utilisées dans ce traitement serait fonction du niveau d'expertise des sujets et de la fréquence des syllabes. La lecture s'effectuerait d'abord par des correspondances graphèmes-phonèmes ce qui expliquerait l'effet de longueur chez les élèves en début de CP (sol est détecté plus lentement que so, quelle que soit la structure syllabique du mot). Progressivement, les enfants se baseraient sur des unités plus larges telles que les syllabes car elles présentent un coût cognitif moins important du fait de leur disponibilité dans le langage oral. Ceci expliquerait l'effet de compatibilité syllabique observé en fin de CP. Au fur et à mesure de l'apprentissage, la procédure grapho-syllabique ne s'appliquerait que sur les syllabes fréquentes et la procédure grapho-phonémique sur les syllabes moins fréquentes. Grâce à l'enseignement, le jeune lecteur regroupe des unités grapho-phonémiques en unités syllabiques de traitement. Cet ensemble d'arguments expérimentaux, en faveur du recours à un traitement grapho-syllabique au début de l'apprentissage de la lecture dès que l'enfant a compris le principe alphabétique, a conduit Doignon-Camus et Zagar (2014) à proposer un modèle d'apprentissage de la lecture, le modèle DIAMS. Il repose sur le principe que certaines unités linguistiques sont représentées mentalement et que l'unité qui permet d'établir les correspondances grapho-phonologiques est la syllabe. Ensuite, le développement de l'utilisation de la syllabe est influencé aussi bien par les propriétés statistiques (Doignon-Camus & Zagar, 2013) que la sonorité (Maïonchi-Pino, 2014, en révisions). Mais aujourd'hui nous n'avons

encore peu de données sur l'utilisation de la sonorité par l'enfant dyslexique, pourtant réputé comme ayant des troubles des représentations phonologiques voire même des représentations intactes mais un accès dégradé à ses représentations.

### **III. LE TRAITEMENT DE LA SONORITE EN LECTURE CHEZ L'ENFANT DYSLEXIQUE**

#### **A. LES DIFFICULTES DE LECTURE DANS LA DYSLEXIE**

La dyslexie est définie comme un trouble persistant de l'apprentissage de la lecture en dehors d'un environnement socioéducatif insuffisant, d'une scolarisation atypique, d'un déficit sensoriel profond, d'une déficience intellectuelle ou de tout autre trouble psychologique. Elle se caractérise par un retard en lecture compris entre 18 et 24 mois (CIM-10, 1994 ; DSM-V, 2013). Elle touche approximativement 5% de la population (INSERM, 2007). Dans une majeure partie des cas, la dyslexie est de type phonologique, c'est-à-dire qu'un trouble phonologique est identifiable (e.g., Lyon, Shaywitz, & Shaywitz, 2003 ; Ramus & Szenkovits, 2008). Les recherches depuis une trentaine d'années (e.g., Boets et al., 2013 ; Écalte, Magnan, & Ramus, 2007 ; Ramus & Szenkovits, 2008 ; Wagner & Torgesen, 1987) décrivent notamment des difficultés dans :

- la conscience phonologique, capacité à comprendre que la parole est formée d'unités élémentaires, syllabes, phonèmes, à prêter attention à ces unités et à les manipuler.
- La mémoire verbale à court terme, capacité à mémoriser brièvement la parole, par exemple un numéro de téléphone, ou une suite de lettres.
- La récupération lexicale, capacité à récupérer la forme orale d'un mot à partir de son sens ou de sa forme visuelle.

En fait, les déficits relevés dans ces trois domaines pourraient s'expliquer par un facteur sous-jacent phonologique. Au vu de l'importance de la conscience phonologique pour l'acquisition de la lecture (e.g., Ziegler & Goswami, 2005), il n'est pas surprenant que les déficits dans l'utilisation d'informations phonologiques soient aussi importants dans le cadre du trouble spécifique de la lecture. Ainsi, seule la variable phonologique permet de rendre compte de la majeure partie des cas de dyslexie (e.g., Ramus, 2003). Le système de représentation mentale et de traitement cognitif des sons de la parole serait dégradé/sous-spécifié, ce qui nuirait à l'apprentissage et la manipulation des correspondances graphèmes-phonèmes, donc au décodage des mots (e.g., Sprenger-Charolles & Colé, 2013). Il existe de nombreuses hypothèses explicatives de la dyslexie, mais celle qui a eu le plus de retentissements est la théorie phonologique.

Nous allons alors nous pencher sur les diverses études en faveur d'un trouble des représentations phonologiques.

## **B. THEORIE PHONOLOGIQUE : LES REPRESENTATIONS PHONOLOGIQUES DEGRADEES**

La théorie phonologique part du principe que le langage écrit s'appuie sur le langage oral et que les déficits phonologiques, présents dans la majeure partie des cas, ne sont pas forcément accompagnés de déficit sensori-moteurs (Ramus, 2003). Ces derniers d'ailleurs n'expliquent pas de manière efficace les difficultés en lecture (Chiappe, Stringer, Siegel, & Stanovich, 2002). L'activité de lecture s'appuierait alors sur des systèmes neuronaux communs au langage oral : ceux des représentations phonologiques. Le déficit phonologique concernerait principalement les capacités de segmentation phonémique (e.g., Martin, Colé, Leuwers, Casalis, Zorman et al., 2010 ; Melby-Lervag et al., 2012 ; Ziegler & Goswami, 2005) et de mémoire à court terme phonologique (e.g., Paulesu et al., 2001). Les capacités d'analyse phonémique seraient altérées, chez les dyslexiques, avant même l'apprentissage de la lecture (e.g., Sprenger-Charolles, Colé, Lacert, & Serniclaes, 2000). Pour beaucoup d'auteurs, le déficit phonologique serait le seul trouble cognitif spécifique (e.g., Ramus, 2003 ; Shaywitz & Shaywitz, 2005 ; Snowling, 2001 ; Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004) présent dans toutes les dyslexies. Selon Ziegler et Goswami, la dyslexie est présente dans tous les pays, puisque les habiletés phonologiques sont requises dans toutes les langues, mais elle se manifeste différemment selon la transparence du système orthographique du pays (e.g., Goswami et al., 2011 ; Ziegler & Goswami, 2005). Ainsi la théorie phonologique serait la seule théorie permettant de rendre compte du maximum de cas de dyslexie et d'expliquer au mieux l'origine des difficultés de lecture (e.g., Sprenger-Charolles & Colé, 2013).

Dans ce cadre, le déficit phonologique pourrait se caractériser pour de nombreux auteurs par des représentations phonologiques dégradées ou sous-spécifiées (e.g., Colé & Sprenger-Charolles, 1999 ; Elbro & Jensen, 2005 ; Swan & Goswami, 1997). Depuis une dizaine d'années, ce trouble des représentations phonologiques est expliqué par un traitement perceptif défaillant de phonèmes proches : un déficit de perception catégorielle (e.g., Bogliotti, Serniclaes, Messaoud-Galusi, & Sprenger-Charolles, 2008 ; Serniclaes, Sprenger-Charolles, Carré, & Démonet, 2001 ; Veillet, Magnan, Écalle, Thai-Van, & Collet, 2007). La perception catégorielle est le fait, qu'à différences acoustiques égales, 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/). Et chez les enfants dyslexiques cette perception serait perturbée, ils discriminent moins bien les sons de différentes catégories mais ils discriminent mieux les sons allophones que les enfants de même âge chronologique (e.g., Serniclaes et al., 2001). En 2004, Serniclaes et al. ont réétudié les capacités de catégorisation du trait phonétique de voisement chez des enfants dyslexiques, normo-lecteurs et des adultes. Les résultats ont suggéré une plus faible discrimination à la frontière phonémique (i.e.,

+ 15 ms de délai de voisement) chez les enfants dyslexiques de 9 ans par rapport à des enfants de même âge chronologique et des adultes. De plus, cette sensibilité était accrue chez les dyslexiques aux environs de – 30 ms de délai de voisement, ce qui correspond à l'une des localisations phonétiques utilisées pour percevoir le voisement. La perception affaiblie à – 30 ms signale un mode de perception particulier de type allophonique. Les sujets dyslexiques regroupent ensemble les sons qui se ressemblent, plutôt que de les différencier. Cette différence de perception à – 30 ms a été retrouvée entre des enfants dyslexiques de 10 ans et des enfants normo-lecteurs de même âge chronologique et de même niveau de lecture (Bogliotti et al., 2008). Cette perception allophonique durant l'apprentissage de la lecture a de sévères implications car elle révèle la faiblesse des représentations phonémiques. En fait, il leur serait très difficile d'attribuer une même lettre à des sons qu'ils percevraient différemment. Le manque de représentations de phonèmes invariants constitue un obstacle à l'élaboration des correspondances graphèmes-phonèmes et ainsi le lexique orthographique, reposant sur cette médiation phonologique (Share, 1995) ne peut se construire. Cette perception pourrait s'expliquer par un déficit de spécification des phonèmes oraux dans l'enfance qui serait particulièrement visible au moment du langage écrit, car c'est à ce moment-là que nous avons besoin de représentations stables pour transcrire. Par ailleurs, Goswami et al. (2011) ont mené des travaux portant sur la discrimination de sons se distinguant par leur modulation de fréquence (hauteur) chez des enfants dyslexiques et normo-lecteurs espagnols, anglais et chinois. Ils ont retrouvé un déficit du traitement des « montées temporelles » les plus étendus (e.g., une syllabe comme WA est plus étendue qu'une syllabe comme BA) chez tous les enfants dyslexiques quelle que soit leur langue. Il semblerait que les enfants aient des difficultés dans la perception de modulations de basse fréquence (< 4 Hz) mais pas dans celles de hautes fréquences (22-40 Hz) quelle que soit leur langue, allant dans le sens d'une certaine universalité du trouble.

La difficulté de traitement acoustique phonétique empêcherait une bonne discrimination des sons, une perception catégorielle et également le traitement efficient de la sonorité. Les représentations phonologiques seraient ainsi dégradées chez l'enfant dyslexique notamment la structuration et la segmentation des syllabes. Cependant, de récentes études ont montré que ces enfants sont sensibles à la sonorité dans des tâches faisant appel au traitement syllabique et à la sonorité.

### **C. EMERGENCE D'UNE NOUVELLE HYPOTHESE : UN ACCES AUX REPRESENTATIONS PHONOLOGIQUES DEGRADE**

Depuis une dizaine d'années, plusieurs auteurs (e.g., Boets et al., 2013 ; Maionchi-Pino et al., 2012a ; 2013 ; Ramus & Szenkovits, 2008 ; Szenkovits & Ramus, 2005) ne soutiennent plus l'hypothèse de représentations phonologiques dégradées ou sous-spécifiées chez les dyslexiques. Les déficits ne se situeraient qu'au niveau de la mémoire à court terme phonologique. Il n'y aurait pas de déficits des représentations phonologiques, mais seulement des difficultés pour y accéder lorsque les conditions impliquent un stockage en mémoire à court terme phonologique qui peut être contraint par les facteurs environnants (e.g., bruit, vitesse, nombre d'items...) (Ramus & Szenkovits, 2008). Il a été observé à plusieurs reprises que les déficits des dyslexiques dépassent la nature des stimuli, mais reposent sur les exigences de la tâche : dès que la charge mnésique augmentait, que des contraintes temporelles étaient instaurées, ou que du bruit parasitait, alors les déficits étaient plus notables (e.g., Amitay, Ben-Yehudah, Banai, & Ahissar, 2002 ; Banai & Ahissar, 2006; Ramus & Szenkovits, 2008 ; Sperling, Lu, Manis, & Seidenberg, 2005 ; 2006). De plus, le déficit de perception catégorielle n'a pas été retrouvé dans certaines études, il n'a été trouvé que dans le sous-groupe des dyslexiques les plus sévèrement atteints (e.g., Reed, 1989 ; Manis, 1997 ; Joanisse, Manis, Keating, & Seidenberg, 2000) et lorsque seule la précision (examen des erreurs) a été examinée (Hazan et al., 2009 ; Ruff, Boulanouar, Cardebat, Celsis, & Démonet, 2001). Et des différences qui n'apparaissent pas dans la précision peuvent se manifester dans la vitesse de traitement (examen des temps de réaction, Ruff et al., 2001). Actuellement, la confirmation la plus convaincante de l'hypothèse du déficit d'accès aux représentations phonologiques est celle fournie par les travaux de Bart Boets et al. (2013) chez des adultes dyslexiques. Leur étude a permis d'évaluer l'intégrité des représentations phonologiques dans le cortex auditif et les régions cérébrales voisines par une technique de « décodage cérébral » et l'accessibilité de ces représentations par une analyse de « connectivité fonctionnelle » entre diverses régions cérébrales impliquées dans le langage. Les résultats permettent de dire que les activations du cortex auditif sont les mêmes entre le groupe dyslexique et les témoins mais que les régions sont moins bien connectées fonctionnellement à une seule autre région du cerveau : la région de Broca (gyrus frontal inférieur gauche), qui est censée en recevoir les informations pour des étapes ultérieures du traitement de la parole (notamment la mémoire de travail et la production de la parole). Ces auteurs montrent de plus grâce à l'imagerie de diffusion une moindre intégrité anatomique du faisceau arqué, le faisceau de fibres de matière blanche qui relie les deux régions.

Ainsi, si les représentations phonologiques sont préservées, les enfants dyslexiques pourraient alors segmenter la syllabe comme les normo-lecteurs. C'est ce qui a été montré dans l'étude de Maïonchi-Pino et al. (2010b) : un effet de compatibilité syllabique a été trouvé avec des mots ayant une première syllabe de haute fréquence pour les enfants dyslexiques et de même âge chronologique. De même, Doignon-Camus et al., en 2013, ont évalué les capacités d'enfants dyslexiques à utiliser les propriétés orthographiques et phonologiques des syllabes pour segmenter les mots. Les résultats montrent que les groupes-contrôles présentent des unités de lecture préservant la fréquence orthographique ainsi que les propriétés phonologiques des syllabes. Tandis que chez les dyslexiques, seules les fréquences orthographiques sont préservées. Ainsi, il semblerait que malgré leurs difficultés en lecture, les enfants dyslexiques français peuvent exploiter la fréquence orthographique des syllabes. Mais l'accès aux syllabes phonologiques semble dégradé. Cependant, dans cette étude, le facteur « temps de présentation » n'étant pas exploité, aucune distinction entre représentations phonologiques et leur accès n'est possible.

Enfin, l'ensemble de cette revue de littérature nous amène à penser que si l'on veut étudier l'intégrité des représentations phonologiques, nous devons être certains d'analyser des résultats ayant fait appel exclusivement à la voie phonologique. Or, les études antérieures (e.g., Doignon & Zagar, 2006 ; Doignon-Camus et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2012) utilisaient des stimuli présentant deux types de propriétés statistiques (orthographique et phonologique). Il était alors difficile de déterminer la voie utilisée (phonologique ou lexicale). Pour poursuivre notre objectif, il semble plus intéressant de mesurer la sensibilité à différents profils de sonorité, car nous serons alors véritablement sur un traitement acoustique, tout comme Serniclaes (2001 ; 2004). En 2003, Fabre et Bedoin ont estimé que la sensibilité des enfants dyslexiques à la sonorité consonantique en frontière syllabique était trop stricte pour privilégier une coda optimale sur une attaque optimale. Ils adhèreraient trop fortement au principe de sonorité. Cependant, les profils de sonorité et les cibles sélectionnés ne comportaient que des attaques de basse sonorité (associées à des codas de basse ou haute sonorité). Et Maïonchi-Pino et al. (2012a ; 2012c) en utilisant quatre profils de sonorité ont montré que les enfants dyslexiques, tout comme les enfants de même âge chronologique s'appuyaient sur le profil de sonorité optimal « coda sonore – attaque obstructive » pour segmenter le mot syllabiquement plutôt que sur des propriétés statistiques phonologiques ou orthographiques. Ainsi, la sonorité semble influencer la segmentation syllabique que ce soit chez les enfants normo-lecteurs et les enfants dyslexiques. Et les enfants dyslexiques, censés avoir des troubles des représentations phonologiques et un traitement acoustique dégradé, sont capables de segmenter des mots selon leur sonorité. Ceci va alors dans le sens de représentations phonologiques préservées et certainement d'un accès plus lent, laborieux.

# PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES

À la lumière de ce que nous avons présenté, il s'avère que la syllabe tient un rôle central dans l'apprentissage de la lecture. L'enfant pourrait mettre en lien les lettres et les syllabes grâce au pont syllabique (Doignon-Camus & Zagar, 2014). Et la segmentation syllabique peut être influencée par une contrainte strictement phonologique telle que la sonorité (e.g., Maïonchi-Pino, 2014, en révisions). Enfin, la plupart des recherches sur la dyslexie exposent l'idée que ces enfants auraient un trouble des représentations phonologiques. Ils ne devraient donc pas avoir accès à la sonorité. Cependant, les dernières études tendent à démontrer que les représentations phonologiques seraient relativement préservées (e.g., Berent et al., 2012 ; Fabre & Bedoin, 2003 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a ; 2013).

Notre objectif sera alors **d'étudier si les enfants dyslexiques sont sensibles à la sonorité en frontière syllabique de la même manière que les enfants normo-lecteurs**, c'est-à-dire au point que cette sensibilité influence leurs stratégies de segmentation syllabique en l'absence d'indices statistiques, qu'ils soient phonologiques ou orthographiques.

Nous postulons que **les enfants dyslexiques développementaux phonologiques et mixtes à dominante phonologique ont des représentations phonologiques préservées et qu'ils présentent plutôt un trouble d'accès à ces représentations.**

D'une part, nous nous attendons à une segmentation syllabique rendue possible à partir de propriétés phonologiques de nature acoustique et phonétique, la sonorité. D'autre part, nous nous attendons à un trouble d'accès aux représentations lié aux contraintes cognitivo-perceptives de la tâche.

Afin de tester notre hypothèse, nous nous appuyons sur le dispositif expérimental des dernières études de Maïonchi-Pino (2014, en révisions ; 2015, en révisions) et nous utilisons le paradigme des conjonctions illusoires. Cela devrait nous permettre d'observer si la sonorité est bien traitée grâce aux taux de conjonctions illusoires de préservation et de violation. De plus, nous scruterons si les enfants dyslexiques sont sensibles aux différents profils de sonorité et si cela influence leurs stratégies de segmentation. Nous manipulerons également le temps de présentation

des stimuli pour cerner la fenêtre temporelle d'accès (i.e., seuil d'interférences entre représentations phonologiques et perception visuelle) de chaque groupe d'enfants.

Enfin, si les enfants dyslexiques sont sensibles au marquage de sonorité, comme les enfants normo-lecteurs, mais avec des seuils d'exposition plus élevés que ces derniers, cela illustrera plutôt un trouble de l'accès aux représentations phonologiques qui, de leur côté, seront bien structurées.

Les hypothèses opérationnelles sont donc les suivantes :

- a) *Les enfants dyslexiques auront des taux de CI de préservation et de violation semblables à ceux des enfants de même âge chronologique et de même âge de lecture.*
- b) *Pour chaque groupe, le taux de CI de préservation sera significativement plus élevé que le taux de CI de violation.*
- c) *Pour chaque groupe, les CI de préservation seront progressivement plus importantes au fur et à mesure que le marquage de sonorité en frontière syllabique diminuera, autrement dit que les profils de sonorité seront progressivement plus légaux, non marqués.*
- d) *Pour chaque groupe, les CI de violation seront progressivement plus importantes au fur et à mesure que le marquage de sonorité en frontière syllabique augmentera, autrement dit que les profils de sonorité deviendront progressivement illégaux, marqués.*
- e) *Les enfants dyslexiques auront des seuils moyens de durée d'affichage des stimuli plus élevés que les enfants normo-lecteurs.*

# **DEUXIÈME PARTIE : EXPÉRIMENTATION**

## **I. PARTICIPANTS**

Quinze enfants dyslexiques et trente enfants normo-lecteurs ont été retenus pour l'étude, ils ont été rencontrés entre septembre 2014 et février 2015. Les enfants dyslexiques étaient chacun appariés à un enfant normo-lecteur de même âge chronologique et un enfant normo-lecteur de même âge de lecture. Ils étaient donc répartis selon 3 groupes : le groupe dyslexique (DYSL dorénavant), le groupe normo-lecteurs de même âge chronologique (NLAC dorénavant) et le groupe normo-lecteurs de même âge lexique (NLAL dorénavant). Ils étaient tous de langue maternelle française, sans problèmes psychologiques, comportementaux ou neurologiques. Ils n'avaient pas de troubles attentionnels ou d'hyperactivité. Ils avaient tous une vue normale ou corrigée. Enfin, tous les parents ont reçu une notice d'informations et un descriptif des exercices, ils ont également complété et signé un formulaire de consentement.

### **A. LES ENFANTS DYSLEXIQUES**

Vingt-cinq enfants dyslexiques ont été rencontrés grâce à l'APEDYS Franche-Comté et grâce à des orthophonistes libérales de la région Franche-Comté. Pour cela, je suis intervenue lors d'une conférence organisée par l'APEDYS à Pontarlier et lors de la journée des Dys à Besançon puis j'ai envoyé un courriel aux orthophonistes de la région. Les rencontres ont eu lieu au domicile des enfants ou dans le cabinet de leur orthophoniste. Les enfants dyslexiques devaient avoir reçu le diagnostic de dyslexie avec trouble phonologique ou dyslexie mixte à dominante phonologique par une orthophoniste. Le dernier bilan orthophonique devait dater de moins de 18 mois. Dix enfants ne rentraient pas dans les critères pour diverses raisons :

- deux enfants étaient trop âgés par rapport au reste de l'échantillon (+ de 14 ans),
- quatre enfants n'avaient pas un retard jugé suffisant à l'épreuve du TIMÉ (Écalle, 2003 ; 2006),
- pour un enfant, la passation ne s'est pas bien déroulée, il était très distrait,
- un enfant avait un trouble de l'empan visuo-attentionnel important,
- deux enfants avaient un retard au TIMÉ (Écalle, 2003 ; 2006) trop important, faisant passer leur âge lexique en-dessous de 7 ans et le test ne permet alors pas de préciser l'âge lexique.

Les quinze enfants retenus avaient entre 9 ans et 5 mois et 12 ans et 9 mois (âge moyen = 11 ans et 3 mois,  $\sigma$  : 13,4 mois). Six enfants sont dyslexiques avec trouble phonologique et onze enfants ont reçu le diagnostic de dyslexie mixte à dominante phonologique.

## B. LES ENFANTS NORMO-LECTEURS

Ces enfants ont été rencontrés dans des écoles élémentaires urbaines et des collèges du département du Puy-de-Dôme par les étudiantes en master de Psychologie de l'université de Clermont-Ferrand. Ils devaient ne pas avoir redoublé, avoir un score au TIMÉ (Écalle, 2003 ; 2006) dans la norme et ne pas être suivis ou avoir été suivis pour des troubles du langage écrit.

## II. PROTOCOLE

### A. TESTS D'APPARIEMENT DU GROUPE DYSL ET DU GROUPE NLAL

Pour appairer les enfants dyslexiques à des enfants normo-lecteurs selon l'âge lexique, il a fallu connaître l'âge de lecture de tous les enfants. Pour cela, ils ont tous effectué une leximétrie : le TIMÉ 2 (i.e., Test d'Identification de Mots Écrits, niveau 2 ; Écalle, 2003) pour les enfants âgés de 6 à 8 ans et le TIMÉ 3 (i.e., Test d'Identification de Mots Écrits, niveau 3 ; Écalle, 2006) pour les enfants âgés de 8 à 13 ans. Ces deux tests nous ont permis d'évaluer les niveaux de lecture et de connaissances orthographiques. Aucune analyse statistique n'a été menée sur les scores. Les résultats obtenus ont permis de nous assurer que les enfants dyslexiques avaient un retard de lecture correspondant au diagnostic de la dyslexie et que les âges chronologiques et lexicaux correspondaient pour les enfants normo-lecteurs. En d'autres termes, tous les enfants normo-lecteurs présentaient des profils de lecteurs normaux. Ces tests étaient réalisés juste avant la tâche sur ordinateur.

		Populations d'enfants					
		DYSL		NLAC		NLAL	
		Moy. ( $\sigma$ )	Min. Max.	Moy. ( $\sigma$ )	Min. Max.	Moy. ( $\sigma$ )	Min. Max.
<b>Age chronologique</b>		11 ans et 3 mois (13,4 mois)	9 ans et 5 mois 12 ans et 9 mois	11 ans et 3 mois (13,0 mois)	9 ans et 4 mois 12 ans et 8 mois	8 ans et 6 mois (9,7 mois)	7 ans 10 ans
	<b>Age lexique</b>	<b>Ecart au TIMÉ</b>	8 ans et 8 mois (11,5 mois)	- 16 mois - 55 mois	11 ans et 7 mois (14,5 mois)	+ 9 mois - 3 mois	8 ans et 8 mois (10,2 mois)

Tableau 1. Caractéristiques des trois populations d'enfants.

## B. STIMULI DE LA TACHE SUR ORDINATEUR

Trente-cinq pseudomots bisyllabiques de six lettres ont été créés. Les trois lettres initiales ont une structure de type VCC et une voyelle finale schwa (e.g., VCCVCV, orjule). Tous les pseudomots ont trois consonnes et trois voyelles ayant des correspondances graphèmes – phonèmes régulières. Ils sont composés d'un groupe intervocalique de type  $C_1C_2$  (i.e.,  $V_1C_1C_2V_2C_3V_3$ ) qui ne peut se trouver ni en position initiale de mot et donc ni en position initiale de syllabe (Dell, 1995 ; Peereman, Lété & Sprenger-Charolles, 2007). Les consonnes partageant le même point d'articulation (considérées comme complexes à un niveau phonétique et articulatoire) et des différences de voisement ont été évitées au sein du groupe  $C_1C_2$  (assimilation régressive/progressive de voisement). Les consonnes  $C_1$  et  $C_2$  pouvaient avoir un mode d'articulation différent (obstrutive, fricative, nasale ou liquide).

Au vu des propriétés du groupe  $C_1C_2$ , la segmentation syllabique attendue se trouve entre les consonnes  $C_1$  et  $C_2$  (e.g., Spencer, 1996). Mais il y a quand même trois possibilités théoriques de placer la frontière syllabique :  $V_1.C_1C_2V_2C_3V_3$ ,  $V_1C_1.C_2V_2C_3V_3$ ,  $V_1C_1C_2.V_2C_3V_3$  (le point marque la frontière syllabique). Pour avoir des propriétés statistiques orthographiques et phonologiques de valeurs minimales pour le patron  $V_1C_1C_2V_2C_3$ , nous nous sommes référés à deux bases de données infra-lexicales. D'un côté, nous avons utilisé la base Manulex-infra (Peereman et al., 2007) qui donne des niveaux de fréquence infra-lexicale pour les lecteurs d'école élémentaire. D'un autre, nous avons utilisé la base Surface informatisée à partir de la base Lexique 2 (New et al., 2004) qui donne des fréquences statistiques sous-lexicales pour les lecteurs experts. Avec Manulex-infra, nous avons obtenu des fréquences moyennes des différentes structures infra-lexicales pour le CP et CE1 alors que la base de données Surface offrait une confirmation de l'exacte moyenne des fréquences de position. Les résultats des calculs sont exposés dans le tableau 2.

	Fréquence	Base de données	Profils de Sonorité					Moyenne
			Forte chute	Faible chute	Plateau	Faible hausse	Forte hausse	
Fréquences orthographiques	Fréquences pour les bigrammes $V_1C_1$ (position initiale)	Manulex-infra	11,4	0,0	3,9	2,5	10,6	5,7
		Surface	73,6	0,4	16,3	19,1	9,3	23,8
	Fréquences pour les bigrammes $C_1C_2$ (qui recouvrent la frontière syllabique; tous les bigrammes $C_1C_2$ ont une fréquence nulle en position initiale, $M = 0 \pm 0$ )	Manulex-infra	16,4	0,1	0,4	0,7	6,2	4,8
		Surface	11,9	0,1	0,0	7,9	62,9	16,5
	Fréquences pour les bigrammes $C_2V_2$ (qui suivent la frontière syllabique; les bigrammes $C_2V_2$ ont des fréquences équivalentes en position initiale)	Manulex-infra	67,7	93,4	82,1	99,8	121,1	92,8
		Surface	72,2	84,3	82,8	69,2	59,0	73,5
	Fréquences pour les trigrammes $V_1C_1C_2$	Manulex-infra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Surface	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fréquences pour les trigrammes $C_1C_2V_2$	Manulex-infra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Surface	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fréquences pour les trigrammes $C_2V_2C_3$	Manulex-infra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Surface	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Distance de fréquence entre les bigrammes $V_1C_1$ et les bigrammes $C_1C_2$	Manulex-infra	0,3	0,1	-6,1	-1,7	-4,4	-2,4
	Distance de fréquence entre les bigrammes $C_1C_2$ et les bigrammes $C_2V_3$	Manulex-infra	99,0	137,6	58,1	84,7	132,1	102,3
Fréquences phonologiques	Fréquences pour les syllabes $V_1C_1$		25,6	4,1	4,7	8,6	8,0	10,2
	Fréquences pour les syllabes $V_1C_1C_2$		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fréquences pour les syllabes $C_2V_2$	Manulex-infra	239,9	291,7	407,1	450,6	752,4	428,3
	Fréquences pour les syllabes $C_2V_2C_3$		0,0	0,3	9,9	0,0	0,7	2,2

Notes . Les fréquences sont données en occurrences par million.

**Tableau 2.** Fréquences moyennes des constituants orthographiques et phonologiques, dans les différentes positions, des pseudomots  $V_1C_1C_2V_2C_3V_3$  calculées avec les bases de données Manulex-infra (Peereman et al., 2007) et Surface (New et al., 2004).

Enfin, comme nous l’avons vu plus haut, grâce au marquage de sonorité (Maïonchi-Pino et al., 2013), nous avons pu créer cinq profils de sonorité pour le groupe intervocalique C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> (7 pseudo-mots x 5 profils de sonorité). Les profils de sonorité sont : forte baisse (e.g., lb ; s = - 4, - 3 ou - 2), faible baisse (e.g., fk ; s = - 1), plateau (e.g., kp ; s = 0), faible hausse (e.g., zm ; s = + 1) et forte hausse (e.g., zr ; s = + 2 ou + 3). Le marquage de ces groupes progresse donc de profil de forte hausse (le plus marqué et le moins légal) au profil de forte baisse (le moins marqué et le plus légal). Chaque PS contenait sept groupes C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> différents. Les trente-cinq pseudomots sont présentés dans le tableau 3.

Fort chute	Faible chute	Plateau	Faible hausse	Fortte hausse
ulbyre	ozbyge	okpyce	ydvyme	ybnyje
olvyde	ifkute	itpyfe	ugjybe	ymryje
urzyve	yftyke	ydgoze	ikfuce	yzryve
olgoze	ymjuze	ufsyke	otfuke	ivlyde
ymdyve	umzyde	ipkute	ulryge	ogmuze
umgove	uvgoze	ovzule	uzmube	udmube
urjyde	izgove	itkufe	ivnyze	ojryve

**Tableau 3.** Stimuli utilisés dans l’expérimentation en fonction de leur profil de sonorité.

Chaque pseudo-mot était découpé en deux segments par deux couleurs de police (rouge et bleu). Un segment n’était jamais présenté deux fois de la même manière, ce qui donnait deux conditions expérimentales différentes. Dans la condition de compatibilité syllabique, la segmentation des couleurs correspondait à la segmentation syllabique attendue (e.g., **UL**.**BYRE**), alors que dans la condition d’incompatibilité, la segmentation ne correspondait pas en débutant avant (e.g., **UL**.**BYRE**) ou après (e.g., **UL**.**BYRE**) la frontière syllabique. La lettre-cible était soit la deuxième soit la troisième lettre et était toujours à la limite de la segmentation de couleurs pour éviter le masquage latéral. Chaque pseudomot est répété quatre fois ( $N = 140$ ) : deux fois en condition de compatibilité couleur-syllabe (i.e., L dans **ULBYRE** et B dans **ULBYRE**) et deux fois en condition d’incompatibilité couleur-syllabe (i.e., L dans **ULBYRE** et B dans **ULBYRE**). Dans la condition de compatibilité, des CI de violation apparaissent quand la couleur de L ou B dans **ULBYRE** n’est pas perçue comme étant de la même couleur que **BYRE** ou **UL**, respectivement. Les conjonctions de préservation ne sont pas possibles. Dans la condition d’incompatibilité, les CI de préservation apparaissent quand la couleur de L dans **ULBYRE** est perçue de la même couleur que

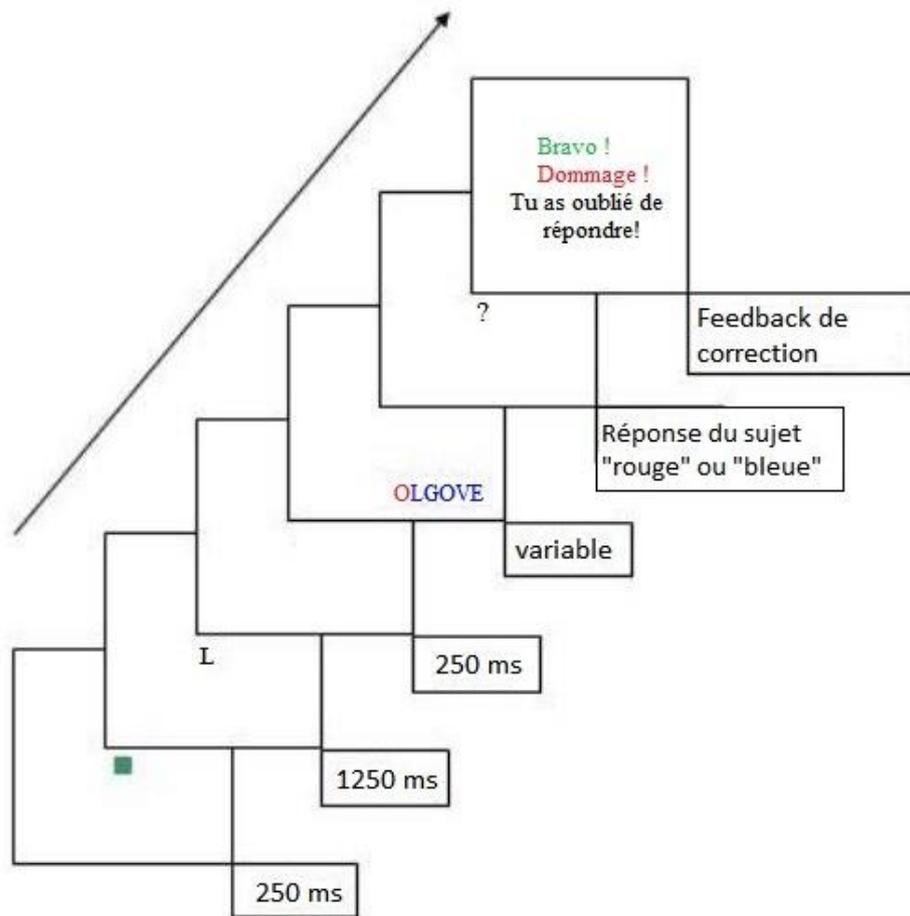
U ou quand B dans ULBYRE était perçu de la même couleur que YRE. Les CI de violation ne sont pas possibles.

### **C. DISPOSITIF EXPERIMENTAL**

Chaque enfant procédait d'abord au test du TIMÉ puis à la tâche sur ordinateur. Le test était réalisé en classe entière pour les enfants normo-lecteurs et individuellement pour les enfants dyslexiques. La tâche sur ordinateur était proposée de façon individuelle dans une pièce calme. Le temps moyen de la tâche sur ordinateur était de 16 minutes ( $\pm 2$ ). Les stimuli étaient présentés visuellement par l'intermédiaire du logiciel E-Prime 2 Professional (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002) sur des ordinateurs utilisant Windows 7. Ils utilisaient leur index pour répondre « rouge » (touche R recouverte d'une vignette rouge) ou « bleu » (touche B recouverte d'une vignette bleue). Le logiciel enregistrait les réponses et les temps de réponse.

### **D. PROCEDURE**

Chaque séquence se déroulait de cette façon : un carré vert apparaissait au milieu de l'écran pendant 250 ms puis il était remplacé par la lettre-cible noire, toujours au centre de l'écran, pendant 1250 ms. Ensuite, un écran blanc durant 250 ms, puis le pseudo-mot flashait avec un angle visuel à partir du centre de l'écran de  $1,14^\circ$ , avant qu'un point d'interrogation noir n'apparaisse au centre pour que l'enfant réponde. Les pseudomots couvraient ainsi approximativement  $2,46^\circ$  d'angle visuel. L'excentricité de la position des pseudomots a été pensée afin qu'elle ne contraigne qu'une seule saccade oculaire, tout en permettant un positionnement du regard capable d'inclure les 3-4 premières lettres du pseudomot, essentielles à la tâche demandée. Il est à noter que la tâche ne demandait pas la reconnaissance intégrale du pseudomot. Après la réponse de l'enfant, un feedback de correction (Bravo !, Dommage !) apparaissait durant 1250 ms. La séquence suivante débutait après un délai de 750 ms. Si l'enfant oubliait de répondre, le message « Tu as oublié de répondre ! » apparaissait après 5 secondes puis le prochain item débutait, cet oubli est alors considéré comme une conjonction illusoire. Le déroulement des diapositives est exposé en figure 5.



**Figure 5.** Protocole expérimental du paradigme des conjonctions illusoires.

Les stimuli étaient présentés en 5 listes : une première liste dite d'entraînement de 24 items, puis quatre listes d'expérimentations de 35 items. Chaque liste était séparée par une pause. L'enfant pouvait prendre le temps de pause qui lui semblait nécessaire et commencer la liste suivante en appuyant sur la barre d'espace. Aucune pause n'était possible en cours d'un bloc d'items. La distribution des pseudomots était pseudo-aléatoire, tandis que leur ordre de présentation était aléatoire. Pour éviter les biais de décision durant le temps de réadaptation après les pauses, nous avons ajouté deux items au début de chaque liste expérimentale ( $N=8$ ) et les résultats correspondants ne sont pas inclus dans l'analyse statistique.

La durée de présentation du pseudomot était ajustée pour chaque enfant pour maintenir un taux de CI de 20-25 % durant la tâche. Le calcul de la durée suivait un ajustement selon deux procédures. D'abord, l'exposition du stimulus initial dans l'entraînement était d'une durée de 350 ms (21 cycles de rafraîchissement de 16,67 ms). Puis le temps d'exposition des stimuli était ajusté tous les trois items en ajoutant ou retirant un cycle de rafraîchissement. Ensuite, la durée d'exposition moyenne obtenue à la liste d'entraînement était utilisée pour la durée d'exposition

du premier stimulus de la première liste expérimentale (DYSL,  $M = 308$  ms,  $\sigma : 25$  ; rang = 298-311 ; NLAC,  $M = 296$  ms,  $\sigma : 18$  ; rang = 292-308 ; NLAL,  $M = 313$  ms,  $\sigma : 29$  ; rang = 295 - 321). Puis la procédure d'ajout ou soustraction d'un cycle de rafraîchissement était la même pour les listes expérimentales.

# **TROISIÈME PARTIE : PRÉSENTATION DES RÉSULTATS**

Certaines réponses (justes et erronées) n'ont pas été prises en compte dans les calculs : les réponses aux 24 items du bloc d'entraînement, les réponses aux 2 premiers items de chaque bloc d'expérimentation ( $N = 8$ ). Les analyses n'ont été menées que sur les erreurs (conjonctions illusoires, CI). Les données ont été filtrées et standardisées. De plus, les réponses correctes obtenues avec des temps de réponse supérieurs à 3 000 ms (traitements cognitifs tardifs) ou inférieurs à 300 ms (phénomènes d'anticipation), ont été converties en erreurs et intégrées dans les analyses (soit 2,6% des données totales recueillies). Les données descriptives sont récapitulées dans les tableaux 4 et 5.

Plusieurs analyses de variance à mesures répétées (ANOVAs) ont été réalisées sur les pourcentages des CI en prenant en compte 3 facteurs intra-sujets :

- La condition (2 modalités : compatibilité et incompatibilité)
- Le profil de sonorité (5 modalités : forte chute, faible chute, plateau, faible hausse, forte hausse)
- La position de la lettre-cible (2 modalités : 2<sup>ème</sup> lettre et 3<sup>ème</sup> lettre)

Et un facteur inter-sujets à 3 modalités : le groupe (dyslexique, normo-lecteurs de même âge chronologique, normo-lecteurs de même âge de lecture).

Notre plan expérimental est de forme  $S_{15} < G_3 > * C_2 * PS_2 * L_2$ .

	Tout groupe confondu	NLAC	NLAL	DYSL
Condition compatible	14,1	11,7	13,3	17,1
Condition incompatible	18,4	19,7	15,7	19,9
Toute condition confondue	16,2	15,7	14,5	18,5

**Tableau 4.** Récapitulatif descriptif des pourcentages de conjonctions illusoires de chaque condition pour les enfants DYSL, NLAC, NLAL.

		Forte chute	Faible chute	Plateau	Faible hausse	Forte hausse
Condition compatible		10,2	9,8	14,3	17,9	18,1
Condition incompatible		23,2	22,5	18,7	13,5	14,3
Condition compatible	2ème lettre 15,3	10,5	10,8	15,6	20,0	19,7
	3ème lettre 12,8	9,8	8,9	13,0	15,9	16,5
Condition incompatible	2ème lettre 17,8	23,2	24,8	17,8	12,1	11,4
	3ème lettre 19,0	23,2	20,3	19,7	14,9	17,1

**Tableau 5.** Récapitulatif descriptif des pourcentages de conjonctions illusoires pour les facteurs Condition, Profil de sonorité, Lettre pour tous les groupes confondus.

## I. DES RESULTATS DIFFERENTS EN FONCTION DES GROUPES

### A. LES CONJONCTIONS ILLUSOIRES

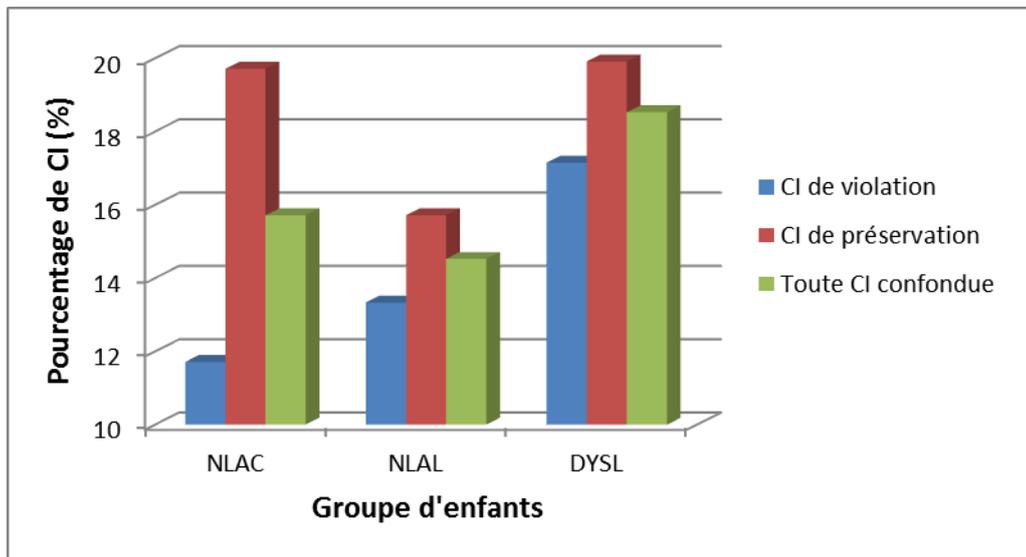
L'ANOVA conduite sur le pourcentage de CI révèle un effet principal significatif du facteur Groupe,  $F(2, 42) = 3,79, p < .04, \eta^2_p = 0,15$ . En effet, un test post-hoc LSD de Fisher (avec correction de Bonferroni pour la significativité de l'alpha à  $p < .003$ ) relève que les enfants DYSL (18,5%) font significativement plus d'erreurs (toute conjonction illusoires confondue) que les enfants NLAL (14,5%). Les différences avec les enfants NLAC (15,7%) ne sont pas significatives.

L'effet principal du facteur Condition est également significatif,  $F(1, 42) = 25,69, p < .0001, \eta^2_p = 0,38$ . Le taux d'erreurs est plus important en condition d'incompatibilité (18,4%) qu'en condition de compatibilité (14,1%), c'est-à-dire que le taux d'erreurs de préservation de la syllabe est plus important que le taux d'erreurs de violation.

L'ANOVA met également en évidence une interaction Condition  $\times$  Groupe significative,  $F(2,42) = 4,40, p < .02, \eta^2_p = 0,17$ . Un test post-hoc LSD de Fisher (avec correction de Bonferroni pour la significativité de l'alpha à  $p < .003$ ) réalisé pour chacune des interactions met en évidence des différences significatives (Fig. 6). Pour les enfants de même âge chronologique, la différence entre la condition compatibilité (11,7%) et la condition incompatibilité (19,7%) est significative. Ces enfants font significativement plus d'erreurs de préservation que de violation. Pour les enfants dyslexiques, la différence est tendancielle ( $p < .07$ ).

Nous retrouvons également des différences en fonction de la condition : en compatibilité entre les enfants NLAC (11,7%) et les enfants DYSL (17,1%) et entre les enfants NLAL (13,3%) et les enfants DYSL (17,1%), mais il n’y a pas de différence significative entre enfants NLAC et NLAL [ $p = .38$ ]. Les enfants dyslexiques font significativement plus d’erreurs de violation que les enfants normo-lecteurs. En condition d’incompatibilité, nous retrouvons des différences entre les deux groupes d’enfants normo-lecteurs (NLAC, 19,7% et NLAL, 15,7%) et entre les enfants de même âge de lecture (15,7%) et les enfants dyslexiques (19,9%). Les enfants dyslexiques et de même âge chronologique font significativement plus d’erreurs de préservation que les enfants plus jeunes.

Par ailleurs, la différence taux entre les CI de préservation des enfants NLAC (19,7%) et des enfants DYSL (19,9%) n’est pas significative et a priori les comportements se ressemblent [ $p = .92$ ].



**Figure 6.** Pourcentage de conjonctions illusoires (CI) en fonction des groupes d’enfants.

## B. LES DUREES D’AFFICHAGE

Une ANOVA réalisée sur les durées moyennes met en évidence un effet principal significatif du facteur Groupe,  $F(2, 42) = 34,50$ ,  $p < .0001$ ,  $\eta^2_p = 0,62$ . La durée d’affichage moyenne des stimuli était de 149 millisecondes pour les enfants NLAC alors qu’elle était de 173 ms pour les enfants DYSL et de 178 ms pour les enfants NLAL (Fig.7). Un test post-hoc LSD de Fisher (avec correction de Bonferroni pour la significativité de l’alpha à  $p < .02$ ) nous informe que les enfants de même âge chronologique ont eu besoin de durées d’affichage plus courtes que les enfants NLAL et DYSL.

Cette même ANOVA indique un effet marginalement significatif du facteur Condition,  $F(1, 42) = 3,54$ ,  $p < .067$ ,  $\eta^2_p = 0,08$ , en faveur de la condition d’incompatibilité. Les durées d’affichage tendaient à être sensiblement plus courtes dans la condition d’incompatibilité que de comptabilité.

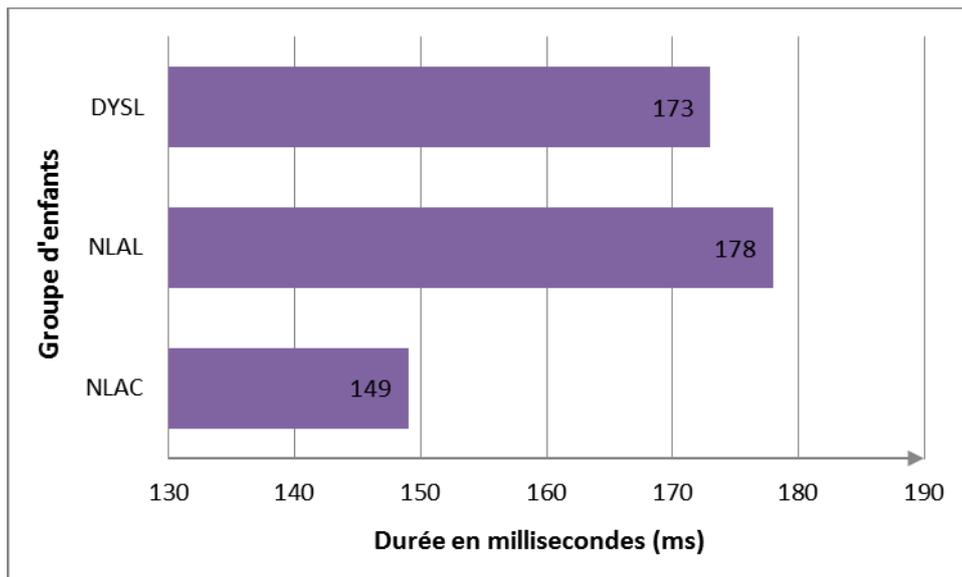
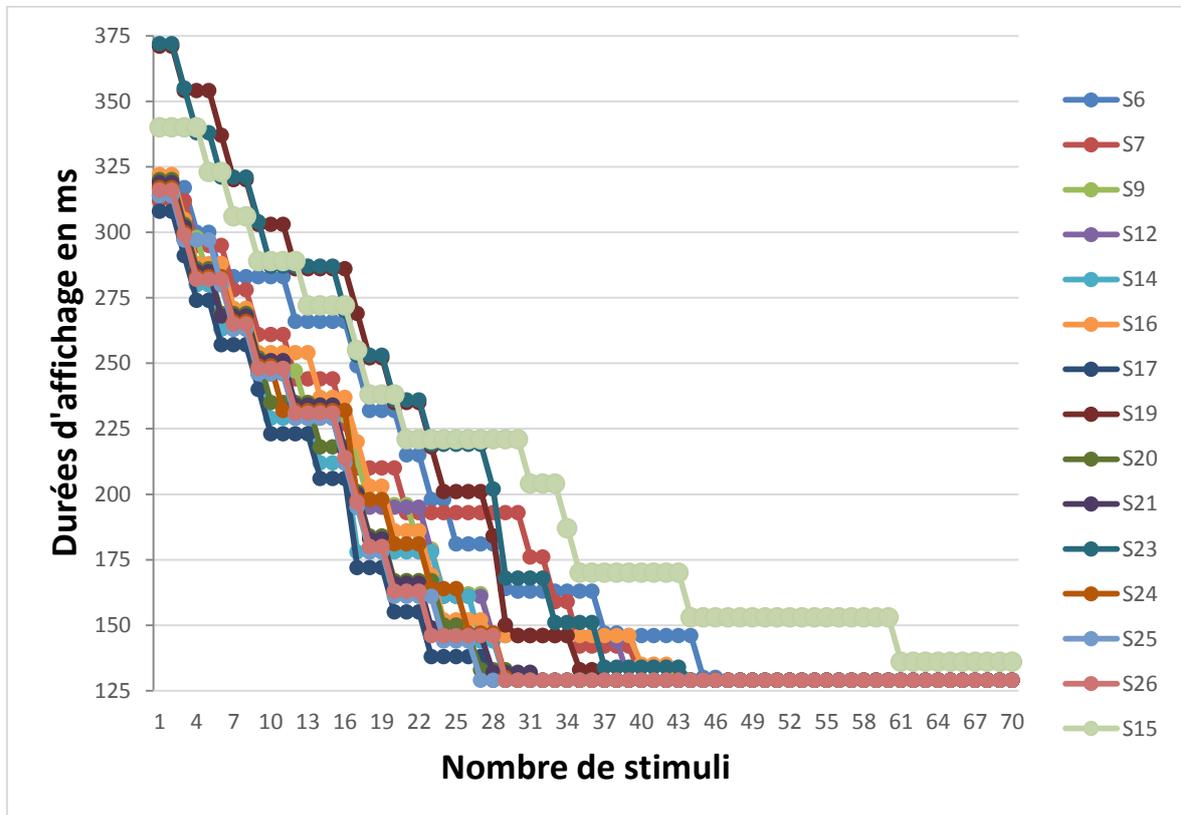


Figure 7. Durée d’affichage moyenne des stimuli en fonction des groupes d’enfants.

Par ailleurs, le graphique des durées d'affichage des enfants dyslexiques (Fig. 8) ne montre pas de profil de diminution du temps nettement différent entre les sujets dyslexiques phonologiques (S7, S14, S15, S19, S21, S23, S26) et les sujets dyslexiques mixtes à dominante phonologique.



**Figure 8.** Durée d'affichage au fur et à mesure des pseudomots présentés en situation incompatible (entraînant des CI de préservation) par enfant dyslexique.

## II. LES CONJONCTIONS ILLUSOIRES TOUT GROUPE CONFONDU

### A. INTERACTIONS CONDITION ET SONORITE

L'interaction Condition  $\times$  Sonorité ressort significative,  $F(4, 168) = 30,59, p < .0001, \eta^2_p = 0,42$ . En effet, un test post-hoc LSD de Fisher (avec correction de Bonferroni pour la significativité de l'alpha à  $p < .001$ ) révèle plusieurs différences significatives.

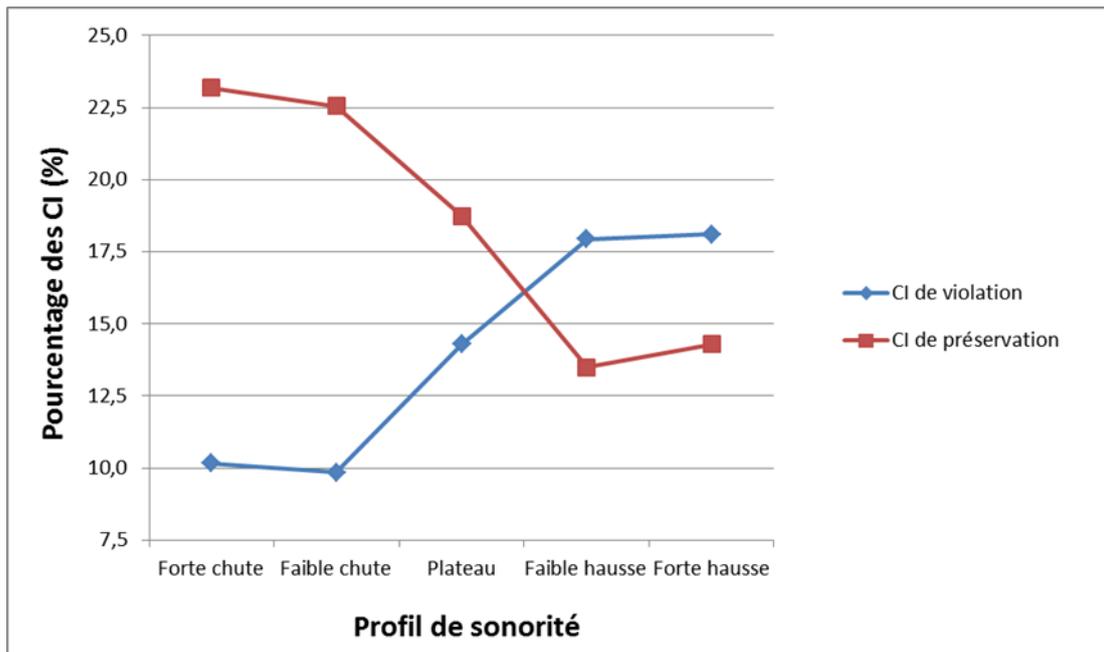


Figure 9. Pourcentages de conjonctions illusoires (CI) en fonction du profil de sonorité.

Comme le montre la figure 9, le taux de CI de violation augmente au fur et à mesure que l'on passe d'un profil de sonorité de forte chute, dit légal (10,2%) à un PS plateau (14,3%) à un PS de faible hausse (17,9%), à un PS de forte hausse, dit illégal (18,1%). Les différences de taux de CI de violation sont significatives :

- Entre les profils de sonorité de forte chute et plateau.
- Entre les profils de sonorité de faible chute (9,8%) et plateau.

Ensuite, entre le profil de sonorité de plateau et ceux de faible hausse et forte hausse, les différences sont significatives mais trop faiblement [ $p < .02$ ] pour répondre au critère de significativité de la correction de l'alpha. Il n'y a pas de différence significative entre les profils de forte et faible chute et entre les profils de faible et forte hausse.

En condition d'incompatibilité, le taux de CI de préservation diminue au fur et à mesure que l'on passe d'un profil de sonorité de forte chute (23,2%), à un PS de faible chute (22,5%) à un

PS plateau (18,7%), à un PS de faible hausse (13,5%). Le taux remonte légèrement concernant le PS de forte hausse (14,3%). Les différences de taux de CI de préservation sont significatives :

- Entre les PS de forte chute et plateau [ $p < .005$ ].
- Entre les PS de faible chute et plateau [ $p < .02$ ].
- Entre les PS de plateau et faible hausse.
- Entre les PS de plateau et forte hausse [ $p < .005$ ].

Nous ne notons pas de différence significative entre les profils de forte et faible chute et entre les profils de faible et forte hausse.

Par ailleurs, pour chaque profil de sonorité, le taux de CI de préservation est significativement différent du taux de CI de violation :

- Pour les PS de forte chute, faible chute et plateau, le taux de CI de préservation est significativement plus élevé que le taux de CI de violation (Tableau 5 pour les pourcentages ; respectivement :  $p < .05$ ,  $.01$  et  $.0001$ ).
- Pour les PS de faible hausse et forte hausse, le taux de CI de préservation est significativement moins élevé que le taux de CI de violation (Tableau 5 pour les pourcentages ; respectivement :  $p < .005$ ,  $p < .02$ ).

Ainsi lorsque le profil de sonorité décrit un profil dit « légal » en frontière syllabique, les enfants ont tendance à préserver la segmentation syllabique. Et nous observons le pattern inverse pour les profils dits « illégaux », les enfants ont plus tendance à « violer » la segmentation syllabique attendue.

## **B. INTERACTIONS CONDITION ET LETTRE**

L'interaction Condition  $\times$  Lettre est significative,  $F(1, 42) = 14,73$ ,  $p < .0005$ ,  $\eta^2_p = 0,26$ .

En effet, un test post-hoc LSD de Fisher (avec correction de Bonferroni pour la significativité de l'alpha à  $p < .008$ ) révèle des différences significatives :

- Le taux de CI de violation est significativement plus important pour la 2<sup>ème</sup> lettre (15,3%) que pour la 3<sup>ème</sup> lettre (12,8%).
- Pour chacune des deux positions (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lettre), le taux de CI de préservation (17,8% et 19,0%) est significativement plus important que le taux de CI de violation (15,3% et 12,8%).

Nous ne relevons pas de différence significative entre la 2<sup>ème</sup> lettre et la 3<sup>ème</sup> lettre pour les taux de CI de préservation (respectivement 17,8% et 19,0%).

### C. INTERACTIONS CONDITION, SONORITE ET LETTRE

Nous observons une interaction Condition  $\times$  Sonorité  $\times$  Lettre significative,  $F(4, 168) = 2,72$ ,  $p < .04$ ,  $\eta^2_p = 0,06$ . Un test post-hoc LSD de Fisher (avec correction de Bonferroni pour la significativité de l'alpha à  $p < .001$ ) démontre de nombreuses différences significatives. Dans un souci de clarté, nous avons présenté les résultats en séparant selon s'il s'agissait de la 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> lettre et faisons une comparaison entre ces deux conditions à la fin. Nous ne mentionnerons que les résultats nous paraissant intéressants.

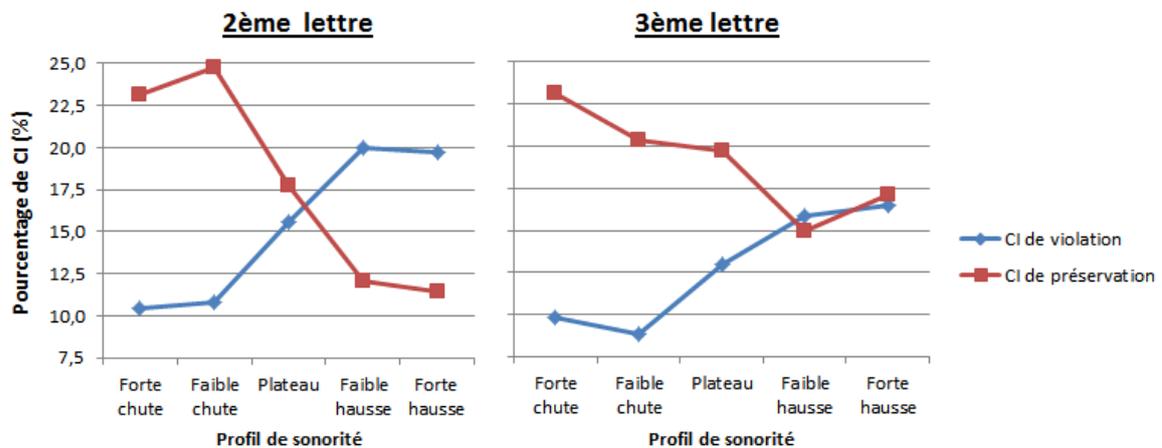


Figure 10. Pourcentage des conjonctions illusoires (CI) pour l'interaction Condition  $\times$  Sonorité  $\times$  Lettre.

- Deuxième lettre :

En condition de compatibilité, le taux de CI de violation augmente au fur et à mesure que l'on passe d'un profil de sonorité de forte chute, dit légal (e.g., *lb*, 10,5%) à un PS plateau (*kp*, 15,6%) à un PS de forte hausse, dit illégal (*gm*, 19,7%). Les différences de taux de CI de violation sont notamment significatives entre les deux profils de sonorité extrêmes (forte chute et forte hausse).

En condition d'incompatibilité, le taux de CI de préservation diminue au fur et à mesure que l'on passe d'un profil de sonorité de forte chute (23,2%), à un PS plateau (17,8%), à un PS de faible hausse (12,1%) à un PS de forte hausse (11,4%). Le taux de CI de préservation est significativement plus élevé en profil de forte chute qu'en profil de forte hausse (e.g., plus d'erreurs de préservation en PS de forte chute : détecter la couleur de M dans **YMDYVE** qu'en PS de forte hausse : détecter la couleur de D dans **UDMUDE**).

Par ailleurs, pour les profils de sonorité extrêmes, le taux de CI de préservation est significativement différent du taux de CI de violation :

- Pour le profil de sonorité de forte chute, les taux de CI de préservation (23,2%) est significativement plus élevés que le taux de CI de violation (10,8%).
- Pour le profil de sonorité de forte hausse, le taux de CI de préservation (12,1%) est significativement moins élevé que le taux de CI de violation (19,7%).

### Troisième lettre :

En condition de compatibilité, le taux de CI de violation augmente au fur et à mesure que l'on passe d'un profil de sonorité de faible chute, dit légal (8,9%) à un PS plateau (13,0%) à un PS de forte hausse, dit illégal (16,5%). La différence de taux de CI de violation est significative entre les profils de sonorité extrêmes (e.g., moins d'erreurs de violation en profil de faible chute : détecter la couleur de G dans UVGOZE qu'en profil de forte hausse : détecter la couleur R de OJRYVE).

En condition d'incompatibilité, le taux de CI de préservation diminue au fur et à mesure que l'on passe d'un profil de sonorité de forte chute (23,2%), à un PS de faible chute (20,3%) à un PS plateau (19,7%), à un PS de faible hausse (14,9%), étonnamment le taux remonte légèrement pour le PS de forte hausse (17,1%). Le taux de CI de préservation est significative plus élevé en profil de sonorité de forte chute qu'en profil de sonorité de forte hausse (e.g., plus d'erreurs de préservation en PS de forte chute : détecter la couleur de G dans OLGOVE qu'en PS de forte hausse : détecter la couleur de M dans OGMUZE). Ainsi le taux de CI de préservation diminue de manière significative mais irrégulièrement entre les PS.

Par ailleurs, pour le profil de sonorité de forte chute, le taux de CI de préservation (23,2%) est significativement plus important que le taux de CI de violation (10,5%). Pour les profils de faible hausse et forte hausse, les taux de CI de préservation sont relativement corrélés aux taux de CI de violation : [ $p = .63$ ] pour le PS de faible hausse et [ $p = .75$ ] pour le PS de forte hausse (e.g., taux d'erreurs proches dans la condition de violation : détecter la couleur de la lettre N dans IBNYGE et dans la condition de préservation : IBNYGE).

Comme nous pouvions l'imaginer grâce à la figure 10, les effets de l'interaction de ces 3 facteurs sont plus nettes concernant la 2<sup>ème</sup> lettre que concernant la 3<sup>ème</sup> lettre. Pour la 2<sup>ème</sup> lettre, nous observons vraiment un patron inverse des taux de CI de violation et de préservation. Pour la

3<sup>ème</sup> lettre, la diminution et l'augmentation des taux ressemblent à celles de la 2<sup>ème</sup> lettre pour les profils dits légaux (forte chute et faible chute) et le profil plateau, mais les taux se rejoignent ensuite pour les profils dits illégaux (faible hausse et forte hausse).

- Comparaison 2<sup>ème</sup> lettre vs 3<sup>ème</sup> lettre : la position de la lettre change-t-elle les taux de CI ?

Nous avons observé des taux de CI dont les facteurs ne se distinguaient que par la lettre.

*Par exemple : comparaison du taux de CI de préservation du PS de forte chute en 2<sup>ème</sup> lettre avec le taux de CI de préservation du PS de forte chute en 3<sup>ème</sup> lettre.*

Nous avons donc observé si les différences étaient significatives entre ces taux et trois sur dix se sont révélées significatives :

- Le taux de CI de violation du profil de faible hausse est significativement plus élevé pour la 2<sup>ème</sup> lettre (20,0%) que pour la 3<sup>ème</sup> lettre (15,9%) (e.g., plus d'erreurs de violation dans la détection de la couleur de G dans UGJYBE que de la couleur de J dans la même configuration).
- Le taux de CI de préservation du profil de faible chute est significativement plus élevé pour la 2<sup>ème</sup> lettre (24,8%) que pour la 3<sup>ème</sup> lettre (20,3%) (e.g., plus d'erreurs de préservation dans la détection de la couleur de Z dans IZGOVE que dans la détection de la couleur de G dans IZGOVE).
- Le taux de CI de préservation du profil de forte hausse est significativement moins élevé pour la 2<sup>ème</sup> lettre (11,4%) que pour la 3<sup>ème</sup> lettre (17,1%) (e.g., moins d'erreurs de préservation dans la détection de la couleur de V dans IVLYDE que dans la détection de la couleur de L dans IVLYDE).

Par ailleurs, les taux de CI de préservation du PS de forte chute de la 2<sup>ème</sup> lettre (23,2%) et de la 3<sup>ème</sup> lettre (23,2%) sont proches [ $p = .99$ ] (e.g., autant d'erreurs de préservation pour la détection de la couleur de L dans ULBYRE et pour la détection de la couleur de B dans ULBYRE).

## **QUATRIÈME PARTIE : DISCUSSION**

L'objectif de cette étude était double. Comme premier objectif, nous souhaitions démontrer que les enfants dyslexiques phonologiques et mixtes segmentent syllabiquement des pseudomots et que cette segmentation pouvait être guidée par le marquage relatif à la sonorité. Tout comme les enfants normo-lecteurs, les enfants dyslexiques disposent ainsi de représentations phonologiques stables. Comme mentionnée dans notre partie théorique, une controverse existe entre les conclusions de diverses études publiées à ce sujet. En effet, Serniclaes et al. (2001 ; 2004) dans une tâche de discrimination de sons ont démontré que les enfants dyslexiques avaient un déficit de la perception catégorielle des sons. Ces études avaient été déjà menées auparavant (e.g., Reed, 1989 ; Manis et al., 1997 ; Joanisse et al., 2000), mais le déficit n'a parfois été trouvé que dans le sous-groupe des dyslexiques les plus sévèrement atteints. Enfin, des différences qui n'apparaissent pas dans la précision des réponses peuvent se manifester dans la vitesse de traitement (e.g., Ruff et al., 2001). Cela va alors de pair avec les conclusions de la revue des études de Ramus et Szenkovits (2008). Pour eux, au vu des diverses études, l'enfant dyslexique serait surtout dérangé dans des tâches non pures, faisant appel à des bruits, à la mémoire de travail, à la vitesse. Comme second objectif, nous voulions montrer qu'un temps d'affichage plus long est nécessaire aux enfants dyslexiques pour parvenir à des performances semblables aux normo-lecteurs. L'intérêt était porté, plus particulièrement, sur l'hypothèse que les enfants dyslexiques souffraient d'un trouble de l'accès aux représentations phonologiques. Dans cette perspective, nous avons utilisé une tâche de détection de la couleur d'une lettre au sein d'un pseudomot, reposant sur le paradigme des conjonctions illusoires, compatible (CI de violation), incompatible (CI de préservation). Les pseudomots étaient constitués de façon qu'aucune information statistique orthographique ou phonologique n'influence la segmentation syllabique pour s'assurer que le traitement soit bien de nature acoustique. Pour segmenter syllabiquement, il fallait repérer la sonorité de la frontière syllabique. Pour mesurer la sensibilité à cette sonorité, différents profils de sonorité ont été créés : forte hausse, faible hausse, plateau, faible chute, forte chute.

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

## **I. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS**

### **A. UNE STRATEGIE DE SEGMENTATION BASEE SUR LA SYLLABE**

D'abord, tous les enfants font plus d'erreurs de préservation, qui reflètent le regroupement des lettres en syllabes, que d'erreurs de violation. Ceci est conforme aux études sur le sujet (e.g., Doignon-Camus et al., 2013 ; Fabre & Bedoin, 2003 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a ; 2012b ; 2014, en révisions). Lorsqu'ils font une erreur, que le facteur visuel rentre en conflit avec le facteur perceptif, ces erreurs préservent plus souvent la segmentation syllabique attendue que l'inverse. Et les enfants dyslexiques traitent donc les pseudomots de façon syllabique, comme les enfants normo-lecteurs, ils ont donc des stratégies de segmentation syllabique tout comme les normo-lecteurs. D'ailleurs, le taux de CI de préservation des enfants dyslexiques est très corrélé à celui des enfants de même âge chronologique. De plus, ces enfants font significativement plus d'erreurs de préservation de la syllabe que les enfants de même âge lexique. Il semblerait donc que les enfants plus âgés, sans prise en compte de leur groupe, aient des stratégies de segmentation syllabique plus efficaces que celles des enfants plus jeunes. Le taux de CI de préservation pour les enfants NLAL (15,714 %) semble normal pour leur âge (moyenne d'âge : 8 ans et 6 mois). Ceci est en lien avec la théorie des petites unités (e.g., Colé et al., 1999 ; Seymour & Duncan, 1997) selon laquelle la lecture passe d'une stratégie grapho-phonémique à grapho-syllabique au fil de l'apprentissage.

Par ailleurs, les enfants dyslexiques font significativement plus de CI (18,5 %) que les normo-lecteurs de même âge lexique (14,5 %). De plus, les différences entre taux de CI de préservation et de violation ne sont pas significatives pour les enfants dyslexiques et les enfants de même âge de lecture. Nous ne pouvons donc pas dire que leurs erreurs relèvent plus d'une prise en compte de la syllabe ou du hasard. Les études antérieures avaient pourtant trouvé des différences significatives pour les enfants dyslexiques (Maïonchi-Pino et al., 2010b ; 2012a). Mais ces résultats des enfants plus jeunes (NLAL) par rapport aux enfants plus âgés (NLAC) illustrent en fait le décours développemental selon lequel la syllabe est une unité prélexicale progressivement disponible au fur et à mesure que le niveau de lecture s'améliore (e.g., Seymour & Duncan, 1997). Il n'est alors pas étonnant que nous trouvions les mêmes résultats pour les enfants DYSL qui ont le même niveau de lecture que les enfants NLAL. Cela refléterait que les enfants dyslexiques peuvent avoir de simples profils de retard développemental. Cependant, les enfants dyslexiques font significativement plus d'erreurs de violation que les deux autres groupes. Il semblerait donc que les enfants dyslexiques sont capables de traitements syllabiques, car ils ont une sensibilité

identique (CI de préservation) aux normo-lecteurs de même âge chronologique mais éprouvent plus de difficultés à récupérer les représentations syllabiques (CI de violation plus élevées).

Ces résultats nous indiquent également que, comme l'enfant normo-lecteur (Maïonchi-Pino, 2014, en révisions), la segmentation syllabique de l'enfant dyslexique peut se baser sur d'autres propriétés que celles de l'orthographe et de la phonologie. En effet, contrairement aux études de Doignon et Zagar (2006 ; Doignon-Camus & Zagar, 2013), notre travail montre que la segmentation syllabique ne nécessite pas forcément une définition des unités de lecture par des informations orthographiques et phonologiques pour être possible. Le pont syllabique (modèle DIAMS, Doignon-Camus & Zagar, 2014) pourrait se faire sur la base d'informations strictement acoustiques et phonétiques car en regard de notre matériel utilisant des fréquences nulles ou quasi-nulles, il est clair que les enfants ne peuvent pas s'appuyer sur des régularités statistiques pour extraire les syllabes et localiser la frontière syllabique. Cette non-utilisation d'information statistique peut-être également due au fait que le paradigme des conjonctions illusoires fait appel à un niveau sous-lexical et ainsi les informations lexicales, dont les informations orthographiques font partie, ne sont pas requises pour effectuer la tâche.

Hypothèses opérationnelles :

a) Les taux de CI de préservation des enfants DYSL et NLAC sont sensiblement proches. Ce sont les seuls taux qui soient proches. Le taux de CI de préservation est significativement différent entre les autres groupes. Les enfants DYSL font plus d'erreurs de violation que les groupes NL, mais aussi plus d'erreurs de préservation que les enfants NLAL. Ce résultat est tout de même intéressant, puisqu'ils préservent la segmentation syllabique aussi bien que les enfants de même âge chronologique et d'une manière plus efficace que les enfants plus jeunes. Notre hypothèse est en partie validée.

b) Les enfants (tout groupe confondu) font significativement plus de conjonctions illusoires de préservation que de violation, mais lorsque l'on regarde pour chaque groupe, la différence n'est significative que pour les enfants NLAC. Notre hypothèse n'est donc pas validée.

## B. UNE SENSIBILITE AU MARQUAGE DE LA SONORITE

Nos résultats montrent en effet que le taux de CI de préservation augmente au fur et à mesure que l'on passe d'un PS dit illégal en frontière syllabique (i.e., forte hausse, *gm*) à un PS dit légal en frontière syllabique (i.e., forte chute, *lb*). Ces résultats sont en accord avec ceux d'études antérieures sur des enfants normo-lecteurs et dyslexiques, la segmentation syllabique est influencée par le marquage de la sonorité (e.g., Fabre & Bedoin, 2003 ; Maïonchi-Pino et al., 2012a ; 2012c ; 2014, en révisions). Plus une frontière syllabique est composée d'un groupe consonantique  $C_1C_2$  ayant un PS légal, plus l'enfant aura tendance à faire des erreurs préservant ce découpage syllabique. Ceci respecte la Loi du contact syllabique (Vennemann, 1988) selon laquelle une frontière syllabique pour être optimale et facilement repérable doit être formée d'une coda de haute sonorité suivie d'une attaque de basse sonorité. Ces résultats confirment les données trouvées lors des études en perception visuelle (e.g., Berent & Lennertz, 2010 ; Tamasi & Berent, 2014) chez l'enfant et l'adulte et également en perception de la parole (i.e., en anglais, russe et coréen ; Berent et al., 2007 ; 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2012 ; en espagnol, Berent, Lennertz, & Rosselli, 2012 ; en français, Maïonchi-Pino et al., 2013).

Nous observons le patron inverse concernant les CI de violation. Leur taux augmente d'un PS de forte chute, dit légal à un PS de forte hausse, dit illégal. En profil de sonorité légal en frontière syllabique, les groupes consonantiques ne sont pas possibles en attaque (i.e., *rb*). Les enfants ont donc fait peu de CI de violation, mais de nombreuses CI de préservation répondant à la frontière syllabique attendue, entre r et b. En profil de sonorité illégal, les enfants ont tendance à ne pas respecter le découpage syllabique attendue entre les deux consonnes (i.e., dire que J est de la même couleur que **RUVE** dans le pseudomot **OJRUVE** ; CI de violation en PS de forte hausse : 18,1 %). Or, les profils de sonorité illégaux décrivent en fait des groupes consonantiques qui seraient possibles en position initiale de mot. Le groupe consonantique est donc traité comme faisant partie de la même syllabe. Ceci respecte le principe de l'attaque maximale (Spencer, 1996). Evidemment, /jr/ n'existe pas en français, mais nous supposons que les enfants mettent en lien les caractéristiques phonologiques qu'ils connaissent de groupes consonantiques existants en français tels que /fr/, /br/ (e.g., Hayes & Wilson, 2008). Même si la sonorité est une caractéristique universelle, qui peut s'appréhender rapidement, sans les informations orthographiques de la langue, nous pensons qu'elle se nourrit également de la langue native que l'enfant perçoit depuis sa naissance. Ainsi, les résultats concernant le taux de CI de violation n'est pas étonnant. Par ailleurs, les résultats inverses concernant les PS extrêmes (forte chute et forte hausse), plus notables que pour les PS de plateau et de faible chute, nous montrent bien qu'une

nette différence de sonorité entre les deux consonnes de la frontière syllabique facilite la segmentation syllabique (Bedoin & Dissart, 2002). De plus, le marquage de sonorité semble être un outil fin et sensible car en plus d'avoir de nettes différences entre les PS extrêmes, nous notons des différences significatives entre ces profils de sonorité et celui de plateau.

Nous aurions pu penser qu'une tâche de détection visuelle de la couleur d'une lettre-cible au sein d'un pseudomot ne fait pas appel à des indices acoustiques et phonétiques (Davidson, 2011 ; Hayes & Steriade, 2004). Or, cette différence de taux en fonction des profils de sonorité nous indique bien une sensibilité à ce marquage sûrement due à l'activation de représentations phonologiques. De plus, nous avons pris les précautions de ne pas induire des phénomènes de confusion perceptuelle ou articulatoire en évitant les groupes  $C_1C_2$  avec des différences de voisement et des consonnes ne partageant pas le même point d'articulation.

Par ailleurs, quand nous observons les tendances des CI de violation et de préservation selon les PS en séparant les résultats selon qu'il s'agisse de la 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> lettre-cible (Fig. 10), nous remarquons que ces résultats sont particulièrement valables pour la 2<sup>ème</sup> lettre mais pas forcément concernant la 3<sup>ème</sup> lettre. Nous expliquerons plus loin à quoi sont dues ces différences.

Hypothèses opérationnelles c et d :

c) et d) L'ANOVA Condition  $\times$  Sonorité  $\times$  Groupe ne s'est pas révélé significative alors que l'ANOVA Condition  $\times$  Sonorité l'a été. Il semblerait donc que le facteur Groupe ne fasse pas varier significativement les résultats. Ainsi tous les enfants se comporteraient de la même manière quant à la sonorité, c'est-à-dire que les CI de préservation sont progressivement plus importantes au fur et à mesure que le marquage de sonorité en frontière syllabique diminue et inversement pour les CI de violation. Notre hypothèse est donc validée.

### C. L'INFLUENCE DE LA POSITION DE LA LETTRE-CIBLE

Nous n'avons rien prédit concernant l'influence de la position de la lettre-cible. Mais nous observons des patterns différents selon qu'il s'agisse de la 2<sup>ème</sup> ou de la 3<sup>ème</sup> lettre. Comme nous l'indique la Figure 10, pour la 3<sup>ème</sup> lettre, les taux de CI de violation et de préservation des PS de faible et forte hausse sont relativement proches. Et la tendance, pour les CI de préservation, à la diminution au fur et à mesure que le marquage augmente, s'arrête au PS de plateau. Pour les CI de violation, la tendance à l'augmentation se poursuit jusqu'au PS de forte hausse. En fait, pour déterminer les erreurs qui seraient des violations ou des préservations de la syllabe, nous avons considéré que la frontière syllabique attendue serait entre C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> quel que soit le profil de sonorité. Or, les groupes consonantiques formant des profils de faible et forte hausse (i.e., *zm* et *v*) sont légaux en début de syllabe du point de vue de la sonorité. Ainsi le traitement syllabique est bien respecté d'un point de vue de la sonorité puisque les enfants préfèrent ne pas séparer ces deux consonnes. Par exemple, dans l'item *IVLYDE*, les enfants auront tendance à dire que *L* est de la même couleur que *IV* (16,5 % de CI de violation lorsque PS de forte hausse et 3<sup>ème</sup> lettre) au détriment d'une coda moins optimale (*YDE*), mais aussi tendance à dire que *L* est de la même couleur que *YDE* (17,1 % de CI de préservation lorsque PS de forte hausse et 3<sup>ème</sup> lettre) pour respecter la coda. Ceci est contraire aux conclusions de Fabre et Bedoin (2003) qui avaient estimé que la sensibilité des enfants dyslexiques à la sonorité consonantique en frontière syllabique était trop stricte (ils préféreraient dire que *V* étaient de la même couleur que *L*) et qu'ils ne pouvaient ainsi pas privilégier une coda optimale sur une attaque optimale. Ici, les représentations phonologiques de l'ensemble des enfants semblent bien représentées et structurées puisqu'ils respectent une coda et une frontière syllabique optimales sur la base de la sonorité, sans commettre d'erreurs démontrant une hyper-préservation ou une hyper-violation. Ensuite, s'il s'agit de la 2<sup>ème</sup> lettre, le taux de CI de préservation est beaucoup moins important (11,4 %) que le taux de CI de violation (19,7 %), car les enfants préféreront toujours dire que *V* dans le pseudomot *IVLYDE* est de la même couleur que *LYDE* contrairement à la frontière syllabique que nous prévoyions car cela respecte à la fois le principe de l'attaque maximale (e.g., Spencer, 1996) et la coda optimale. Ces résultats différents selon la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> lettre sont donc normaux mais ces explications ne sont valables que pour les profils illégaux qui sont en fait possibles en début de syllabe.

#### **D. NECESSITE D'UNE DUREE D'AFFICHAGE PLUS LONGUE POUR LES ENFANTS DYSLEXIQUES**

Nous nous attendions à ce que le temps de présentation moyen des stimuli soit plus important pour les enfants dyslexiques que pour les enfants normo-lecteurs. Ceci est vrai par rapport aux enfants de même âge chronologique. Les enfants dyslexiques obtiennent donc un taux de conjonctions illusoires aux alentours de 20 % comme le prévoyait la procédure avec une durée d'affichage moyenne proche de celle des enfants de même âge de lecture. Ce résultat est intéressant, car il montre que la segmentation syllabique des enfants dyslexiques se fait à la même vitesse que les enfants ayant le même niveau de lecture. Les enfants dyslexiques sont donc capables de traiter la sonorité tout comme les enfants normo-lecteurs, mais ont besoin d'un temps de traitement correspondant à leur niveau de lecture.

Par ailleurs, l'effet du facteur Condition, même s'il est marginalement significatif nous indique que les durées d'affichage sont moins longues pour les conjonctions illusoires de préservation que celles de violation. Ainsi, la segmentation syllabique serait moins coûteuse, donc plus rapide et efficiente que la reconstruction d'une attaque syllabique ou que la localisation d'une attaque.

Hypothèse opérationnelle e : les enfants dyslexiques ont seulement des seuils moyens de durée d'affichage des stimuli plus élevés que les enfants de même âge chronologique. Notre hypothèse est validée.

#### **E. SYNTHÈSE ET INTERPRÉTATION SOUS UN ANGLE THÉORIQUE**

L'influence du marquage de la sonorité nous indique bien une activation des représentations phonologiques chez tous les enfants de notre cohorte, y compris les enfants dyslexiques. Cependant, le facteur Groupe n'est pas révélateur de différence peut-être car nos groupes étaient composés d'un petit nombre d'individus ( $N = 15$ ). Nous ne savons pas si cette étude menée à plus grande échelle aurait démontré des différences de sensibilité. Les résultats sont donc à considérer avec précaution. De plus, nous constatons que notre hypothèse selon laquelle les enfants dyslexiques n'ont pas de trouble des représentations phonologiques n'est que partiellement validée. Comme nous l'avons mentionné plus haut, les enfants ont un pattern de réponses sensiblement différent des normo-lecteurs, ils font notamment plus d'erreurs de violation, et la différence entre CI de préservation et de violation n'est pas significativement différente. Or, comme nous venons de le voir, des erreurs de violation peuvent en fait être des

erreurs qui suivent le principe de séquençage de sonorité (e.g., Clements, 1990 ; 2006) et indiquent alors une efficacité des représentations phonologiques. Ensuite, puisque les statistiques incluant le facteur Groupe n'ont pas montré d'effet significatif, nous pouvons imaginer que les patterns de réponses étaient trop proches et qu'ainsi les enfants dyslexiques n'ont pas des comportements différents par rapport au marquage de sonorité. Nos résultats ne démontrent pas un comportement complètement identique aux normo-lecteurs, mais ils ne vont pas plus dans le sens de représentations phonologiques atteintes. À la lecture de nos résultats, donc, nous pouvons avancer l'idée selon laquelle les représentations phonologiques des enfants dyslexiques seraient relativement préservées ou suffisamment structurées pour être activables et interférer avec la perception et, de fait, permettre la segmentation syllabique.

Ces résultats et les durées d'affichage plus longues infirment donc une dégradation des représentations phonologiques et vont dans le sens d'un déficit d'accès phonologique (e.g., Ramus & Szenkovits, 2008). En effet, les longues durées d'affichage combinées aux taux de CI respectant les contraintes du marquage de la sonorité sous-tendent un déficit phonologique qui résulterait plutôt d'une incapacité à accéder ou récupérer les contraintes phonologiques en mémoire à long terme (e.g., Szenkovitz & Ramus, 2005). Toutefois, nous sommes conscients du fait que les enfants dyslexiques, notamment les plus âgés, peuvent avoir compensé ou développé des stratégies phonologiques alternatives. Mais ces résultats nous assurent également que les enfants dyslexiques de notre population n'avaient pas de troubles visuo-attentionnels ou magnocellulaires trop importants, car sinon la stratégie de segmentation syllabique n'aurait pas été possible. Au contraire, dans notre étude, le traitement perceptif des enfants dyslexiques est conforme aux normo-lecteurs.

Par ailleurs, au vu de la diversité des troubles retrouvés chez les dyslexiques, nous pouvons nous demander si les troubles dyslexiques sont à considérer comme des troubles purs ou s'ils se retrouvent concomitamment à d'autres troubles, par exemple en association avec des troubles moteurs, auditifs, visuo-attentionnels. Certaines études mettent en effet en évidence que des troubles sensorimoteurs (e.g., INSERM, 2007 ; Ramus, 2003) se retrouvent dans beaucoup de troubles développementaux. De plus, nous ne sommes pas certains que l'allongement des durées d'affichage plus longues pour les enfants dyslexiques ne soit pas dû à un autre trouble qu'un déficit d'accès.

## **II. LIMITES DE L'ETUDE**

### **A. LA POPULATION**

Nous avons un petit effectif de 15 enfants par groupe, ne nous permettant pas de dégager des résultats significatifs en fonction du groupe d'enfants. De même, l'hétérogénéité des durées d'affichage indique une grande disparité entre les individus d'un même groupe et entre les groupes. La généralisation de nos conclusions n'est pas envisageable.

Par ailleurs, il aurait été préférable de n'avoir que des enfants ayant une dyslexie phonologique car concernant la dyslexie mixte, le trouble peut venir de différents déficits cognitifs (e.g., INSERM, 2007). En effet, comme l'indique Share (1995), la maîtrise des correspondances graphèmes-phonèmes permet l'acquisition du lexique orthographique, selon un mécanisme d'auto-apprentissage. Ainsi, on peut retrouver logiquement l'atteinte des deux voies de lecture (assemblage et adressage, Coltheart et al., 2001) lorsque la voie phonologique dysfonctionne. De même, une réduction sévère de l'empan visuo-attentionnel peut empêcher la maîtrise des aspects les plus élaborés de la médiation phonologique (digraphes et trigraphes). Ainsi, la dyslexie mixte peut être due à un déficit phonologique et/ou un trouble visuo-attentionnel (e.g., Perdrix, 2015). Dans les comptes rendus de bilan orthophonique, nous avons vérifié que la dyslexie mixte de chaque enfant comportait un trouble phonologique dominant, mais certains bilans ne permettent pas d'assurer une absence totale d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel. L'élaboration du protocole pallie à ce problème car le déplacement des pseudomots selon un angle visuel de  $2,46^\circ$  ne demande qu'une saccade oculaire pour effectuer une fixation des trois ou quatre premières lettres du pseudomot. Cette fixation est suffisante pour segmenter le pseudomot, car la frontière syllabique se situe soit entre la première et la deuxième lettre, soit entre la deuxième et la troisième lettre. Et comme le montre la figure 8, les décours temporels sont relativement semblables entre les deux populations d'enfants dyslexiques. Ainsi, même les enfants dyslexiques mixtes avec une réduction de l'empan visuo-attentionnel peuvent réaliser la tâche. Par ailleurs, dans notre population, la sévérité de la dyslexie est très variable allant de dyslexies sévères (relevées dans les comptes-rendus du bilan orthophonique et le score au TIMÉ ; écart le plus important : 50 mois) à des dyslexies moins sévères (écart le moins important relevé au TIMÉ : 16 mois). Nous avons bien sûr compensé cela en appariant ces enfants à des enfants du même âge de lecture pour comparer avec des enfants ayant normalement les mêmes capacités de lecture.

Enfin, les enfants étaient suivis en orthophonie et pouvaient donc avoir compensé, développé des stratégies phonologiques alternatives du fait de leur rééducation et de leur scolarité.

## **B. LE PROTOCOLE**

Le test du TIMÉ a été choisi pour son côté pratique, il permet une passation en classe entière pour les normo-lecteurs et permet d'obtenir un âge de lecture de façon précise et rapidement. Or, cette leximétrie ne prend pas en compte le facteur temps et on sait qu'un test peut être échoué par le nombre d'erreurs et/ou par le temps mis à effectuer la tâche. En effet, certains tests considèrent qu'un temps long et un nombre faible d'erreurs est aussi révélateur 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 ; Lefavrais, 1967). Ainsi, on pourrait imaginer que certains enfants ayant fait peu d'erreurs mais ayant mis beaucoup de temps devraient alors obtenir un âge lexique plus faible. De même, concernant la passation de ce test, les enfants dyslexiques l'ont réalisé de façon individuelle. Tandis que les enfants normo-lecteurs ont réalisé ce test en classe entière. Malgré la surveillance des étudiants et des enseignants, les enfants ont pu observer la feuille de leurs voisins. C'est ainsi que les résultats à ce test et l'appariement entre enfants sont à considérer avec prudence puisque l'on ne peut pas être sûrs qu'ils reflètent précisément les performances réelles et que les conditions de passation ne sont pas identiques.

Concernant la tâche sur ordinateur, elle était longue (16 minutes) et répétitive, demandant aux enfants d'être attentifs sur une longue période, malgré les différentes pauses accordées. Les enfants pouvaient se montrer moins vigilants à certains moments. Les feedbacks de correction leur permettaient de remobiliser leur attention, notamment le feedback « Dommage ! », mais on peut imaginer que l'effet de celui-ci diminue au fur et à mesure de la tâche.

### **III. PERSPECTIVES ET APPORTS DE L'ETUDE**

#### **A. PROLONGEMENT DE LA RECHERCHE**

Tout d'abord, pour généraliser nos conclusions, il serait intéressant de mener à nouveau cette étude avec un nombre d'enfants plus important. Ensuite, notre objectif était d'observer la sensibilité d'enfants dyslexiques au marquage de sonorité et leur temps moyen nécessaire pour accéder à cette sonorité. Dans cet objectif, nous avons fait le choix de ne pas observer certains paramètres du protocole. Mais il serait intéressant d'effectuer d'autres analyses. Nous pourrions étudier les temps de réponse, pour savoir si les enfants dyslexiques mettent plus de temps à produire une réponse, malgré une durée d'affichage permettant le bon traitement du stimulus (20 % de CI). Il serait également intéressant de savoir s'il y a une corrélation entre l'écart obtenu au TIMÉ 2/3 et la durée d'affichage moyenne.

Par ailleurs, ce protocole pourrait être légèrement modifié pour être proposé à des adultes dyslexiques. Il serait alors intéressant d'observer la durée d'affichage moyenne requise tout en sachant que leur sensibilité à la sonorité serait probablement semblable à celle des adultes normo-lecteurs grâce aux mécanismes de compensation. Nous pourrions déterminer si le trouble d'accès est toujours visible à l'âge adulte ou non.

Nous pourrions également effectuer une comparaison entre une tâche de détection de la couleur d'une lettre (paradigme des conjonctions illusoire) et une tâche de décision lexicale avec des items communs choisis en fonction de leur profil de sonorité. Nous pourrions ainsi observer si les profils de sonorité ont une influence différente selon le traitement requis, la nécessité de l'accès au lexique ou non, et plus précisément, voir le décours temporel de l'activation et de la récupération de la sonorité. Dans le même temps, il serait intéressant de voir si, par exemple, les profils de sonorité légaux favorisent l'accès au lexique. Nous pourrions aussi imaginer une étude comparant l'influence de la sensibilité à la sonorité à celle d'autres paramètres connus, comme la fréquence orthographique et phonologique de la syllabe initiale, dans la récupération des mots dans le lexique.

Enfin, comme nous l'avons vu précédemment, la sonorité a été étudiée avec d'autres tâches et dans d'autres langues chez l'enfant et l'adulte tout-venant (e.g., en perception visuelle, Berent & Lennertz, 2010 ; Tamasi & Berent, 2014 ; en perception de la parole, en anglais, russe et coréen, Berent et al., 2007 ; 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2012 ; en espagnol, Berent, et al., 2012). Elles confirment toutes que les stratégies de segmentation sont facilitées dès lors que la formation du

groupe intervocalique de la frontière syllabique répond à la Loi du contact syllabique (Vennemann, 1988). Nous pourrions alors imaginer que cette étude soit reconduite avec des enfants dyslexiques parlant d'autres langues. La sonorité, qui est censée être universelle, devrait alors être traitée de manière efficiente par tous les enfants dyslexiques quelle que soit leur langue native. Si des résultats semblables sont retrouvés, ceci permettrait d'assurer qu'il s'agit d'un trouble cognitif ayant pour origine un déficit neurologique, comme l'a montré l'étude de Bart Boets et al. (2013).

## **B. IMPLICATIONS ORTHOPHONIQUES**

Ce mémoire n'a pas été réalisé dans le but de proposer un support de travail à des orthophonistes. Sa visée était d'étudier l'origine du déficit cognitif des enfants dyslexiques phonologiques ou mixtes. De plus, le matériel utilisé est très peu écologique et aucun effet n'était à attendre de la passation de la tâche. Cependant, ce mémoire n'est pas sans lien avec la réalité des enfants dyslexiques et la pratique orthophonique.

En effet, notre recherche montre de façon expérimentale que ces enfants ont un seuil d'interférences entre les représentations phonologiques syllabiques faisant appel à la sonorité et la perception de la couleur plus élevé, ce qui traduit que les représentations phonologiques sont préservées, tout ou partie, mais que leur activation et diffusion tout au long du processus cognitif de lecture est plus lent, reflétant le besoin d'un laps de temps plus important pour traiter les mots. Le déficit de l'accès aux représentations phonologiques pourrait complètement justifier les demandes de tiers-temps en classe et lors des évaluations.

Enfin, comme nous le savons la pratique clinique se nourrit de la théorie et inversement. Ainsi, s'il est démontré de façon plus large que les enfants dyslexiques ont des représentations phonologiques intactes, et un trouble de l'accès, il serait intéressant lors du bilan de soumettre aux enfants une épreuve nous permettant de mettre en évidence un déficit de cet accès. Nous pourrions imaginer une épreuve avec une tâche de manipulation de la sonorité où les durées d'affichage et/ou les temps de réponse seraient analysés. Concernant la rééducation, nous pouvons nous demander la pertinence de proposer des entraînements visant à stabiliser les représentations phonologiques (souvent appelé « entraînement métaphonologique ») si elles sont intactes. Ehri et al. (2001) ont montré que les entraînements à la conscience phonologique et phonémique n'avaient qu'un effet modéré sur la lecture et la transcription. Nous devrions peut-être plus travailler sur l'accès à ces représentations en proposant des tâches variant sur la vitesse de traitement demandée ou alors sur les différentes modalités d'accès (e.g., inter-modalité des

traitements, avec une syllabe orale et un mot écrit, intra-modalité des traitements avec une syllabe écrite ou orale devant être, respectivement, traitée dans un mot écrit ou prononcé etc. ; cela permettrait d'étudier la bidirectionnalité des traitements phonologiques vers orthographiques, orthographiques vers phonologiques etc., ce qui peut s'envisager avec des paradigmes d'amorçage ou de jugement de similarité phonologique, par exemple). Or, si nous pensons la rééducation orthophonique sous l'angle cognitif, cela signifierait que les orthophonistes chercheraient alors à « traiter » la nature du déficit. Mais ce n'est pas cliniquement possible et ce n'est pas forcément ce qui est recherché. En effet, en orthophonie, il est difficile de mettre en place des programmes tels que les recherches le proposent car ce sont souvent des entraînements intensifs (4 à 5 fois par semaine pendant une dizaine de semaines) nécessitant un matériel adapté (informatisé) permettant de contrôler divers paramètres (durée d'affichage des stimuli, temps de réponse laissé à l'enfant, présence de bruit...). Et nous ne connaissons pas l'effet de tels exercices lorsqu'ils ne sont réalisés qu'une à deux fois par semaine. Par ailleurs, le travail de l'orthophoniste se situe plus à un niveau comportemental que cognitif. L'objectif de l'orthophoniste avec un enfant dyslexique sera principalement de rendre sa lecture fluente, son orthographe correcte et que la compréhension écrite soit efficiente. Dans ce sens, les orthophonistes proposent des rééducations plus globales et mêlent « exercices cognitifs » et activités à visée plus fonctionnelles. Et ceci a montré son efficacité. Par exemple, Ehri et al. (2001) ont démontré que l'impact sur la lecture et la transcription d'un entraînement phonologique est amplifié s'il est accompagné d'un travail explicite sur la conversion graphèmes-phonèmes. De plus, notre mémoire révèle que les enfants dyslexiques ont bien une stratégie de segmentation syllabique. En rééducation et également à l'école, les orthophonistes et les enseignants peuvent proposer très rapidement des activités portant sur la syllabe et ne pas rester trop longtemps sur le niveau phonémique qui est cognitivement plus coûteux. Des études antérieures vont également dans ce sens-là : suite à un entraînement grapho-syllabique ou grapho-phonémique, les performances en lecture de mots et en compréhension écrite étaient meilleures pour le groupe d'enfants ayant effectué l'entraînement grapho-syllabique (Écalle, Klein, & Magnan, , 2013).

Par ailleurs, les conclusions de ce mémoire illustrent certaines intuitions cliniques, datant déjà de plusieurs dizaines d'années, sur la lenteur des enfants dyslexiques, avec des temps de réponses parfois très longs. Suzanne Borel-Maisonny a observé à de nombreuses reprises le comportement d'enfants vis-à-vis de l'écrit et faisait déjà cette observation : « le temps de réaction des dyslexiques dans la discrimination des phonèmes est extrêmement lent, il ne faut pas l'oublier » (Borel-Maisonny, 1951-1985 : 55).

# CONCLUSION

Malgré de nombreuses années de recherche sur la dyslexie, il n'existe pas de consensus sur l'origine du déficit cognitif. L'idée dominante est celle d'un trouble phonologique, mais nous ne savons pas encore quels processus ou composantes sont atteints dans la voie phonologique. Dans ce cadre, nous souhaitons mener une étude qui permette de distinguer les représentations phonologiques de leur accès. Ainsi, ce mémoire s'est proposé d'étudier l'influence de la sonorité en tâche de détection de lettre en frontière syllabique chez des sujets dyslexiques et normo-lecteurs. La sonorité est une contrainte linguistique encore peu étudiée, pourtant elle est observable dans toutes les langues et peut être étudiée en essayant de l'isoler au maximum d'autres propriétés linguistiques, par exemple en neutralisant l'effet des propriétés statistiques de l'orthographe et de la phonologie en utilisant des stimuli ayant des fréquences orthographiques ou phonologiques nulles. L'idée était de savoir si la sonorité influençait les stratégies de segmentation syllabique chez les enfants dyslexiques de la même manière que chez les enfants normo-lecteurs et si ce traitement nécessitait le même temps d'affichage ou non.

Dans un premier temps, nous avons observé le pourcentage de conjonctions illusoires (erreurs perceptives) en fonction de différentes conditions telles que la compatibilité/incompatibilité syllabique, les profils de sonorité et la position de la lettre-cible. Nous avons constaté que ces erreurs chez tous les enfants sont influencées par le marquage de la sonorité et par des principes phonologiques tels que le principe d'attaque maximale et la loi du contact syllabique. Il existe quelques différences intergroupes qui peuvent s'expliquer par le fait que les patterns de réponses correspondent à ceux attendus pour un niveau de lecture donnée. En effet, tous les enfants n'ont pas le même âge chronologique et de lecture et ainsi les proportions d'erreurs fluctuent d'un groupe à l'autre. Par la suite, nous avons comparé les durées d'affichage moyennes pour chaque groupe d'enfants et avons observé que les enfants dyslexiques ont besoin du même temps d'affichage que les enfants de même âge de lecture.

Notre travail introduit donc l'idée que les stratégies de segmentation syllabique sont influencées par le marquage de la sonorité même chez l'enfant dyslexique. Ceci nuance l'idée selon laquelle la dyslexie serait due à un trouble des représentations phonologiques. En effet, l'enfant dyslexique est capable de segmentation syllabique mais il a recours à un temps de présentation plus important que les enfants de même âge chronologique. Nous pouvons alors

émettre l'hypothèse que la dyslexie serait plutôt due à un trouble de l'accès aux représentations phonologiques ou aussi de traitement et d'intégration perceptive.

Ces recherches sont bien évidemment à poursuivre pour explorer cette hypothèse avec d'autres paradigmes et populations. Elles sont nécessaires dans la mesure où elles permettent d'aller plus loin dans la recherche de l'origine du déficit cognitif de la dyslexie développementale. Or, c'est en améliorant nos connaissances sur le fonctionnement des enfants dyslexiques que nous développerons notre façon d'accompagner ces enfants notamment en orthophonie.

# BIBLIOGRAPHIE

- American Psychiatric Association (2013). Neurodevelopmental disorders. In DSM-V, *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (pp.42-44). Washington: American Psychiatric Publishing.
- Amitay, S., Ben-Yehudah, G., Banai, K., & Ahissar, M. (2002). Disabled readers suffer from visual and auditory impairments but not from a specific magnocellular deficit. *Brain*, *125*, 2272-2285.
- Banai, K. & Ahissar, M. (2006). Auditory processing deficits in dyslexia: Task or stimulus related? *Cerebral Cortex*, *16*, 1718-1728.
- 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. *Journal International de Psychologie*, *34*, 43-58.
- Bedoin, N. & Dissard, P. (2002). Sonority and syllabic structure in reading: differences between French and English readers. *Current Psychology Letters*, *8*, 67-83.
- Berent, I. & Lennertz, T. (2010). Universal constraints on the sound structure of language: Phonological or acoustic? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *36*, 212-223.
- Berent, I., Lennertz, T., & Balaban, E. (2012a). Language universals and misidentification: A two-way street. *Language and Speech*, *55*, 311-330.
- Berent, I., Lennertz, T., Jun, J., Moreno, M., & Smolensky, P. (2008). Language universals in human brains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*, 5321-5325.
- Berent, I., Lennertz, T., & Rosselli, M. (2012b). Universal linguistic pressures and their solutions. Evidence from Spanish. *The Mental Lexicon*, *7*, 275-305.
- Berent, I., Lennertz, T., Smolensky, P., & Vaknin-Nusbaum, V. (2009). Listeners' knowledge of phonological universals: Evidence from nasal clusters. *Phonology*, *26*, 75-108.
- Berent, I., Steriade, D., Lennertz, T., & Vaknin, V. (2007). What we know about what we have never heard: Evidence from perceptual illusions. *Cognition*, *104*, 591-630.
- Boets, B., Op de Beeck, H., Vandermosten, M., Scott, S. K., Gillebert, C. R., Mantini, D., Bulthé, J., Snaert, S., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2013). Intact But Less Accessible Phonetic Representations in Adults with Dyslexia. *Science*, *342*, 1251-1254.

- 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*, 137-155.
- Borel-Maisonny, S. (1951-1985). *Langage oral et écrit : pédagogie des notions de base*. Tome 1, Neuchâtel-Paris : Delachaux et Niestlé, Actualités pédagogiques et psychologiques.
- Chetail, F. & Mathey, S. (2008). Activation of syllable units during visual recognition of French words in Grade 2. *Journal of Child Language*, *35*, 1-12.
- 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: An Interdisciplinary Journal*, *22*, 955-973.
- Chetail, F. & Mathey, S. (2010). Rôle de la syllabe dans l'apprentissage de la lecture : études en fonction du niveau de lecture. *A.N.A.E.*, *107-108*, 119-124.
- Chiappe, P., Stringer, N., Siegel, L., & Stanovich, K. (2002). Why the timing difference hypothesis does not explain reading disability in adults. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, *15*, 73-107.
- Clements, G. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. In J. Kingston & M. Beckman (Eds.), *Papers in laboratory phonology I: Between the grammar and physics of speech* (pp. 282-333). Cambridge: Cambridge University Press.
- Clements, G. (2006). Does sonority have a phonetic basis? In E. Raimy & C. Cairns (Eds.), *Contemporary Views on Architecture and Representations in Phonological Theory*. Cambridge: MIT Press.
- 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*, 507-532.
- Colé, P. & Sprenger-Charolles, L. (1999). Traitement syllabique au cours de la reconnaissance de mots écrits chez des enfants dyslexiques, lecteurs en retard et normolecteurs de 11 ans. *Revue de Neuropsychologie*, *9*, 323-360.
- 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*, 204-256.
- Cutler, A. (1997). The syllable's role in the segmentation of stress languages. *Language and Cognitive Processes*, *12*(5/6), 839-845.
- Davidson, L. (2011). Phonetic, phonemic, and phonological factors in cross-language discrimination of phonotactic contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *37*, 270-282.

- Dell, F. (1995). Consonant clusters and phonological syllables in French. *Lingua*, 95, 5-26.
- 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, 315-32.
- Doignon, N. & Zagar, D. (2006). Les enfants en cours d'apprentissage de la lecture perçoivent-ils la syllable à l'écrit? [Can children perceive the syllable in written words during reading acquisition?]. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 60, 258-274.
- Doignon-Camus, N., Seigneuric, A., Perrier, É., 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, 117-132.
- Doignon-Camus, N. & Zagar, D. (2014). The syllabic bridge: The first step in learning spelling-to-sound correspondences. *Journal of Child Language*, 41, 1147-1165.
- Duncan, L., Colé, P., Seymour, P., & Magnan, A. (2006). Differing sequences of metaphonological development in French and English. *Journal of Child Language*, 33, 369-399.
- Écalle, J. (2003). TIMÉ 2: Test d'Identification de Mots Ecrits pour enfants de 6 à 8 ans. Paris : ECPA.
- Écalle, J. (2006). TIMÉ 3: Test d'Identification de Mots Ecrits pour enfants de 7 à 15 ans. Paris : Mot-à-Mot.
- Écalle, J., Magnan, A., & Ramus, F. (2007). L'apprentissage de la lecture et ses troubles. In S. Ionescu & A. Blanchet (Eds.), *Nouveau cours de psychologie. Psychologie du développement et de l'éducation*. Paris : P.U.F.
- Écalle, J., Kleinz, 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, 1368-1376.
- Ehri, L. (2005). Learning to read words: Theory, findings, and issues. *Scientific Studies of Reading*, 9, 167-188.
- Ehri, L., Nunes, S., Willows, D., Schuster, B., Yaghoub Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, 36, 250-287
- Elbro, C. & Pallesen, B. R. (2002). The quality of phonological representations: A causal link? In L. Verhoeven, C. Elbro, & P. Reitsma (Eds.), *Precursors of functional literacy* (Vol. 11, pp. 17-32). Amsterdam: John Benjamins.

- Fabre, D. & Bedoin, N. (2003). Sensitivity to sonority for print processing in normal readers and children with dyslexia. *Current Psychology Letters: Brain, Behaviour and Cognition, Special Issue on Language Disorders and Reading Acquisition*, 10, 1-8.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. E. Patterson, J. C. Marshall & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia, neuropsychological and cognitive studies of phonological reading* (pp. 301-330). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Goswami, U., Wang, H., 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, 325–337.
- Hayes, B. & Steriade, D. (2004). A review of perceptual cues and cue robustness. In D. Steriade (Ed.), *Phonetically based phonology* (pp. 1-33). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hayes, B. & Wilson, C. (2008). A maximum entropy model of phonotactics and phonotactic learning. *Linguistic Inquiry*, 39, 379-440.
- INSERM. (2007). *Expertise collective. Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie. Bilan des données scientifiques*. Paris : Les éditions INSERM.
- Jacquier-Roux, M., Lequette, C., Pouget, G., Valdois, S., & Zorman, M. (2010). *BALE. Batterie Analytique du Langage Ecrit*. Cogni-Sciences, Grenoble.
- Joanisse, M., Manis, F., Keating, P., & Seidenberg, M. S. (2000). Language deficits in dyslexic children: Speech perception, phonology, and morphology. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 30-60.
- Lefavrais, P. (1967). *Test de l'Alouette* (2ème édition). Paris : ECPA.
- Lieberman, I., Shankweiler, D., Fisher, W., & Carter, B. (1974). Explicit syllable and phoneme segmentation in the young child. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18, 201-212.
- Lyon, G., Shaywitz, S., & Shaywitz, B. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1-14.
- Maïonchi-Pino, N. (2014, en révisions). Sonority: An ideal candidate that substitutes the use of syllable-based segmentation for statistical properties in reading in French children.
- Maïonchi-Pino, N. (2015, en révisions). Syllable segmentation without statistical cues: Evidence from a short-term longitudinal study in French children.
- Maïonchi-Pino, N., de Cara, B., Écalle, J., & Magnan, A. (2012a). Are French children with dyslexia sensitive to consonant sonority in segmentation strategies? Preliminary evidence from a letter detection task. *Research in Developmental Disabilities*, 33, 12-23.

- Maïonchi-Pino, N., de Cara, B., Écalte, J. & Magnan, A. (2012b). Are syllabification and resyllabification strategies phonotactically-directed in French dyslexic children? A preliminary report. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *55*, 435-446.
- Maïonchi-Pino, N., de Cara, B., Écalte, J. & Magnan, A. (2012c). Do consonant sonority and status influence syllable segmentation strategies in a visual letter detection task? Developmental evidence in French children. *Scientific Studies of Reading*, *16*, 550-562.
- Maïonchi-Pino, N., Magnan, A., & Écalte, J. (2010a). Syllable frequency effects in visual word recognition: Developmental approach in French children. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *31*, 70-82.
- Maïonchi-Pino, N., Magnan, A., & Écalte, J. (2010b). The nature of the phonological processing in French dyslexic children: Evidence of the phonological syllable and linguistic features' role in silent reading and speech discrimination. *Annals of Dyslexia*, *60*, 123-150.
- Maïonchi-Pino, N., Taki, Y., Yokoyama, S., Magnan, A., Takahashi, K., Hashizume, H., Écalte, 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*, 53-73.
- Manis, F. R., McBride-Chang, C., Seidenberg, M. S., Keating, P., Doi, L. M. (1997). Are speech perception deficits associated with developmental dyslexia? *Journal of Experimental Child Psychology*, *66*, 211-235.
- 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.
- Mathey, S., Zagar, D., Doignon, N., & Seigneuric, A. (2006). The nature of the syllabic neighbourhood effects in French. *Acta Psychologica*, *123*, 372-393.
- McClelland, J. & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, *88*, 375-407.
- Melby-Lervag, M., Lyster, S., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, *138*(2), 322-352.
- Mehler, J., Dommergues, J., Frauenfelder, U., & Segui, J. (1981). The syllable's role in speech segmentation. *Verbal Learn Verbal Behaviour*, *20*, 298-305.
- Meynadier, Y. (2001). La syllabe phonétique et phonologique: une introduction. *Travaux interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, *20*, 91-148.
- New, B., Pallier, C., Brysbaert, M., & Ferrand, L. (2004). Lexique 2: A new French lexical database. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *36*, 516-524.

- OMS (Organisation Mondiale de la Santé). (1994). Troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires. In *Classification Internationale des Maladies, 10<sup>ème</sup> révision. Chapitre V (F) : Troubles mentaux et troubles du comportement. Critère de diagnostic pour la recherche* (pp. 132-135). Genève : Masson.
- Paulesu, E., Démonet, J.-F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S., Cossu, G., Habib, M., Frith, C., & Frith U. (2001). Dyslexia, cultural diversity and biological unity. *Science, 291*, 2165-2167.
- Parker, S. (2008). Sound level protrusions as physical correlates of sonority. *Journal of Phonetics, 36*, 55-90.
- 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, & Computers, 39*, 579-589.
- Perdrix (2015, soumis). Les troubles spécifiques du langage écrit chez l'enfant : méthodologie diagnostique, clinique orthophonique. In J.M. Kremer, E. Lederle & C. Maeder (Eds.) *Guide de l'orthophoniste*. Editions Lavoisier.
- Prince, A. & Smolensky, P. (2004). *Optimality Theory: Constraint interaction in generative grammar*. Malden: Blackwell Publishers.
- Prinzmetal, W., Hoffman, H., & Vest, K. (1991). Automatic processes in word perception: An analysis from illusory conjunctions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 17*, 902-923.
- Prinzmetal, W., Treiman, R., & Rho, S. (1986). How to see a reading unit. *Journal of Memory and Language, 25*, 461-475.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology, 13*, 212-218.
- Ramus, F. & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61*, 129-141.
- Rativeau, S., Zagar, D., Jourdain, C., & Colé, P. (1997). L'évaluation diagnostique de la lecture chez l'apprenti lecteur. In C. Barré-De Miniac & B. Lété (Eds.), *L'Illettrisme. De la prévention chez l'enfant aux stratégies de formation chez l'adulte* (pp. 161-179). Paris: De Boeck Université.
- Reed, M. (1989). Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in dyslexic children. *Journal of Experimental Child Psychology, 48*, 270-292.

- Ruff, S., Boulanouar, K., Cardebat, D., Celsis, P., & Démonet, J.-F. (2001). Brain correlates of impaired categorical phonetic perception in adult dyslexics. *NeuroImage*, *13*, S595.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime user's guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools, Inc.
- Seidenberg, M. (1987). Sublexical structures in visual word recognition: Access units or orthographic redundancy? In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance. XII: The psychology of reading* (pp. 245–263). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Seidenberg, M. & McClelland, J. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, *96*, 523-568.
- 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*, 384-399.
- 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*, 336-361.
- Seymour, P. & Duncan, L. (1997). Small versus large unit theories of reading acquisition. *Dyslexia*, *3*, 125-134.
- Share, D. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, *55*, 151-218.
- Shaywitz, S. & Shaywitz, B. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biol Psychiatry*, *57*, 1301-1309.
- Snowling, M. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, *7*, 37-46.
- Spencer, A. (1996). *Phonology*. Oxford: Blackwell.
- Sperling, A., Lu, Z., Manis, F., & Seidenberg, M. (2005). Deficits in perceptual noise exclusion in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience*, *8*, 862-863.
- Sperling, A., Lu, Z., Manis, F., & Seidenberg, M. (2006). Motion-perception deficits and reading impairment: It's the noise, not the motion. *Psychological Science*, *17*, 1047– 1053.
- Sprenger-Charolles, L. & Colé, P. (2013). *Lecture et dyslexie. Approche cognitive*, 2<sup>ème</sup> édition. (Chapitre V : Les explications de la dyslexie, pp. 208-218). Paris : Dunod.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia: evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *54*, 88-104.

- Sprenger-Charolles, L., Lacert, P., & Colé, P. (1999). Déficits phonologiques et métaphonologiques chez des dyslexiques phonologiques et de surface. *Rééducation Orthophonique*, 197, 25-51.
- Sprenger-Charolles, L. & Siegel, L. (1997). A longitudinal study of the effects of syllabic structure on the development of reading and spelling skills in French. *Applied Psycholinguistics*, 18, 485-505.
- Swan, D. & Goswami, U. (1997b). Phonological awareness deficits in developmental dyslexia and the phonological representations hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 8-41.
- Szenkovits, G. & Ramus, F. (2005). Exploring dyslexics' phonological deficit I: Lexical vs. sublexical and input vs. output process. *Dyslexia*, 11, 253-268.
- Tamási, K. & Berent, I. (2014). Sensitivity to phonological universals: The case of fricatives and stops. *Journal of Psycholinguistic Research*.
- Treiman, R. (1989). The Internal Structure of the Syllable. In G. N. Carlson & M. K. Tanenhaus (Eds.), *Linguistic Structure in Language Processing* (pp. 27-52). Dordrecht: Kluwer.
- Vellutino, F., Fletcher, J., Snowling, M., & Scanlon, D. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Child Psychology Psychiatry*, 45, 2-40.
- Vennemann, T. (1988). *Preference laws for syllable structure and the explanation of sound change*. Berlin : Mouton de Gruyter.
- Veillet, E., Magnan, A., Ecalle, J., Thai-Van, H., & Collet, L. (2007). Auditory processing disorder in children with reading disabilities: effect of audiovisual training. *Brain*, 130, 2915-2928.
- Wagner, R. & Torgesen, J. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101, 192-212.
- Wydell, T. & Butterworth, B. (1999). A case study of an English Japanese bilingual with monolingual dyslexia. *Cognition*, 70, 273-305.
- Ziegler, J. & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 13, 3-29.

# TABLE DES FIGURES

<b>Figure 1.</b> Hiérarchie de la structure interne d'un mot bisyllabique (inspiré de Treiman, 1989). .....	7
<b>Figure 2.</b> Correspondance entre patron sonore et constituants sous-syllabiques du mot monosyllabique <i>flasque</i> . .....	8
<b>Figure 3.</b> Echelle de sonorité adaptée de Clements (1990) par Gouskova (2004).....	9
<b>Figure 4.</b> Developmental interactive model with syllables (DIAMS, Doignon-Camus & Zagar, 2014). .....	15
<b>Figure 5.</b> Protocole expérimental du paradigme des conjonctions illusoires.....	32
<b>Figure 6.</b> Pourcentage de conjonctions illusoires (CI) en fonction des groupes d'enfants.....	37
<b>Figure 7.</b> Durée d'affichage moyenne des stimuli en fonction des groupes d'enfants. ....	38
<b>Figure 8.</b> Durée d'affichage au fur et à mesure des pseudomots présentés en situation incompatible (entraînant des CI de préservation) par enfant dyslexique. ....	39
<b>Figure 9.</b> Pourcentages de conjonctions illusoires (CI) en fonction du profil de sonorité.....	40
<b>Figure 10.</b> Pourcentage des conjonctions illusoires (CI) pour l'interaction Condition × Sonorité × Lettre. ....	42

# TABLE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1.</b> Caractéristiques des trois populations d'enfants. ....	27
<b>Tableau 2.</b> Fréquences moyennes des constituants orthographiques et phonologiques, dans les différentes positions, des pseudomots $V_1C_1C_2V_2C_3V_3$ calculées avec les bases de données Manulex-infra (Peereman, 2007) et Surface (New et al., 2004). ....	29
<b>Tableau 3.</b> Stimuli utilisés dans l'expérimentation en fonction de leur profil de sonorité. ....	30
<b>Tableau 4.</b> Récapitulatif descriptif des pourcentages de conjonctions illusoires de chaque condition pour les enfants DYSL, NLAC, NLAL. ....	35
<b>Tableau 5.</b> Récapitulatif descriptif des pourcentages de conjonctions illusoires pour les facteurs Condition, Profil de sonorité, Lettre pour tous les groupes confondus. ....	36

# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	4
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE .....	6
I.    La syllabe : de sa structure de base à ses propriétés acoustiques.....	7
A.    La structure syllabique .....	7
B.    Structurer une syllabe : la sonorité .....	8
C.    Une nouvelle approche : le marquage de la sonorité.....	9
II.   Quand la lecture s'appuie sur la syllabe.....	11
A.    Le traitement de la syllabe chez l'enfant normo-lecteur : revue des diverses études ....	11
B.    Le paradigme des conjonctions illusoires et le pont syllabique.....	13
C.    La sonorité en frontière syllabique : un axe de recherche naissant .....	16
III.  Le traitement de la sonorité en lecture chez l'enfant dyslexique.....	18
A.    Les difficultés de lecture dans la dyslexie .....	18
B.    Théorie phonologique : les représentations phonologiques dégradées .....	19
C.    Emergence d'une nouvelle hypothèse : un accès aux représentations phonologiques dégradé .....	21
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES .....	23
DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION.....	25
I.    Participants.....	26
A.    Les enfants dyslexiques.....	26
B.    Les enfants normo-lecteurs .....	27
II.   Protocole .....	27
A.    Tests d'appariement du groupe DYSL et du groupe NLAL .....	27
B.    Stimuli de la tâche sur ordinateur.....	28
C.    Dispositif expérimental .....	31
D.    Procédure.....	31

TROISIEME PARTIE : PRESENTATION DES RESULTATS .....	34
I. Des résultats différents en fonction des groupes .....	36
A. Les conjonctions illusoires.....	36
B. Les durées d’affichage .....	38
II. Les conjonctions illusoires tout groupe confondu .....	40
A. Interactions condition et sonorité .....	40
B. Interactions condition et lettre .....	41
C. Interactions condition, sonorité et lettre.....	42
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION.....	45
I. Analyse et interprétation des résultats.....	47
A. Une stratégie de segmentation basée sur la syllabe.....	47
B. Une sensibilité au marquage de la sonorité.....	49
C. L’influence de la position de la lettre-cible .....	51
D. Nécessité d’une durée d’affichage plus longue pour les enfants dyslexiques.....	52
E. Synthèse et interprétation sous un angle théorique .....	52
II. Limites de l’étude .....	54
A. La population.....	54
B. Le protocole .....	55
III. Perspectives et apports de l’étude.....	56
A. Prolongement de la recherche.....	56
B. Implications orthophoniques .....	57
CONCLUSION .....	59
BIBLIOGRAPHIE.....	61
TABLE DES FIGURES.....	69
TABLE DES TABLEAUX.....	70
TABLE DES MATIERES .....	71

**CARMONA Audrey**

**Titre :**

**Étude de l'influence des contraintes linguistiques et expérimentales sur le traitement syllabique pour l'accès aux représentations phonologiques auprès d'enfants dyslexiques développementaux.**

**Résumé :**

Très tôt, l'apprenti-lecteur s'appuie sur l'unité syllabique pour lire ; il segmente syllabiquement les mots, car cela représente un coût cognitif moindre par rapport à la segmentation phonémique. Cette segmentation a lieu grâce à l'exploitation de différentes informations : les propriétés statistiques de l'orthographe et de la phonologie des syllabes, ainsi que les profils de sonorité des groupes consonantiques de la frontière syllabique. L'identification de la frontière syllabique est possible sur la base d'informations strictement sonores chez le lecteur expert et l'enfant normo-lecteur (Maïonchi-Pino et al., 2014). Dans notre étude, nous souhaitions démontrer que les enfants dyslexiques phonologiques ou mixtes à dominante phonologique sont capables de segmenter syllabiquement des pseudomots uniquement grâce à l'exploitation du marquage de la sonorité de la frontière syllabique. Ces enfants, censés avoir un trouble des représentations phonologiques ne devraient pas pouvoir utiliser des informations purement phonologiques. Or, si nous postulons qu'ils ont plutôt un trouble de l'accès à ces représentations, ces enfants devraient être capables d'utiliser la sonorité pour segmenter syllabiquement les mots, mais avec un seuil d'affichage plus élevé. Pour tester notre hypothèse, nous avons utilisé une tâche de détection de la couleur d'une lettre en frontière syllabique dans un pseudomot (le paradigme des conjonctions illusoires) que nous avons fait passer à quinze enfants dyslexiques et trente enfants normo-lecteurs de même âge chronologique ou de même âge de lecture. Le protocole comprenait des pseudomots avec des fréquences orthographiques et phonologiques quasiment nulles, classés selon cinq profils de sonorité (allant de profils légaux à illégaux en frontière syllabique) et dont le temps de présentation s'ajustait en fonction des performances du sujet. Ainsi, nous avons pu déterminer si les enfants dyslexiques étaient sensibles aux profils de sonorité de la même manière que les enfants normo-lecteurs, au point de permettre la segmentation syllabique attendue, et s'ils avaient besoin d'un temps de présentation équivalent ou plus important que les normo-lecteurs pour traiter les pseudo-mots. Nos résultats ont mis en évidence que les enfants dyslexiques sont sensibles à la sonorité pour segmenter syllabiquement en l'absence d'indices statistiques et que le seuil d'interférences entre les représentations phonologiques et la perception de la couleur (la durée d'affichage) est équivalent à leur âge de lecture. Cette étude va donc dans le sens d'un trouble de l'accès aux représentations phonologiques.

**Mots clés :** Dyslexie - Traitement syllabique - Sonorité - Recherche - Enfant

**Mémoire soutenu à l'Université de Franche-Comté – UFR SMP – Orthophonie**

**Le :** 7 juillet 2015

**Maître de Mémoire :**

Norbert MAIONCHI-PINO, Docteur en Psychologie Cognitive, Maître de Conférences au Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive (LAPSCO, CNRS UMR 6024), Université Clermont Auvergne – Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.

**JURY :**

Raphaël BALAVOINE – Orthophoniste.

Catherine BIOT-CHEVRIER - Docteur en Psychologie Cognitive et Psychologue scolaire.

Sophie DERRIER – Orthophoniste.

Norbert MAIONCHI-PINO – Maître de Conférences en Psychologie Cognitive.