

S

DEPARTEMENT ORTHOPHONIE  
FACULTE DE MEDECINE  
Pôle Formation  
59045 LILLE CEDEX  
Tél : 03 20 62 76 18  
*departement-orthophonie@univ-lille.fr*



 **Université  
de Lille**

 **ufr35**  
faculté  
de médecine

# MEMOIRE

En vue de l'obtention du  
Certificat de Capacité d'Orthophoniste  
présenté par

**Marie INARD**

soutenu publiquement en juin 2022

## **Impact des unités syllabiques sur l'apprentissage de la lecture**

MEMOIRE dirigé par

**Gwendoline MAHÉ**, Maîtresse de Conférences, Domaine Universitaire du Pont de Bois,  
Villeneuve d'Ascq

Lille – 2022

# Remerciements

J'aimerais tout d'abord remercier ma directrice de mémoire, Madame Gwendoline Mahé pour son accompagnement bienveillant et sa disponibilité tout au long de ce projet. Je remercie également Mélanie Deregnacourt, maître de stage passionnante et lectrice de ce mémoire.

Merci à tous les maîtres de stage que j'ai pu côtoyer au cours de ma formation qui ont confirmé mon désir d'exercer ce métier extraordinaire : Marie Bobby, Mélanie Deregnacourt, Ingrid Gibaru et Loïc Gamot. Merci également à tous les patients dont j'ai eu la chance de faire connaissance et qui m'ont permis de progresser professionnellement et personnellement.

Merci aux différents enseignants qui ont su me transmettre leur savoir et leur expérience avec pédagogie et bienveillance.

Merci aux valeurs que le sport m'a inculquées : persévérance et ténacité.

Merci à la ville de Lille, dont la chaleur humaine n'est pas une idée reçue. J'ai été heureuse de te découvrir un peu plus chaque jour pendant ces 5 années. Et merci au soutien indéfectible des p'tites mousses sans qui, je n'aurais pas vécu ces moments de la même façon.

Merci à toi Cléa de m'avoir fait grandir un peu plus chaque jour par ton ouverture d'esprit.

Enfin, merci à ma famille et particulièrement à mes parents de m'avoir donné l'opportunité de réaliser ces études exigeantes et d'avoir contribué partiellement à ce mémoire par leurs relectures.

## **Résumé :**

La lecture est une activité consistant à déchiffrer visuellement des signes graphiques permettant de coder le langage oral. Elle repose sur le principe alphabétique de mise en correspondance des graphèmes et des phonèmes et se trouve sous-tendue par certains prérequis. Avec l'apprentissage de la lecture, une aire cérébrale spécifique se spécialise pour le traitement des stimuli écrits. La composante N170 est le marqueur cérébral de cette spécialisation et présente une amplitude plus importante lorsque l'individu est face à des stimuli écrits comparativement à des stimuli visuels non-langagiers. L'hypothèse du pont syllabique place la syllabe comme unité intermédiaire facilitant le processus d'apprentissage des correspondances graphème-phonème. L'objectif général de notre étude est de déterminer quelle unité phonologique favoriserait le plus la spécialisation cérébrale pour l'écrit. Pour cela, nous comparerons l'effet d'un entraînement basé sur les liens lettres-syllabe ou lettre-phonème sur l'émergence d'une automatisation du traitement langage écrit auprès d'enfants pré-lecteurs de 5 ans. Nous évaluerons l'incidence de ces entraînements au cours de pré et post-tests par des tests comportementaux ainsi que des EEG. Les résultats descriptifs de nos deux participants appartenant au groupe syllabe sont en accord avec notre hypothèse de référence car les performances des enfants aux tests comportementaux s'améliorent après entraînement. Ces résultats sont corroborés par les données topographiques d'un des participants suggérant l'émergence d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit au post-test. Notre étude nécessite d'être approfondie mais les données disponibles actuellement placent la syllabe comme unité de référence pour l'apprentissage des correspondances graphème-phonème.

**Mots-clés :** Lecture, principe alphabétique, spécialisation cérébrale, composante N170, syllabe

## **Abstract :**

Reading is an activity that consists in visually deciphering graphic signs allowing to encode oral language. It is based on the alphabetic principle of matching graphemes and phonemes and is underpinned by certain prerequisites. While learning to read, a specific area of the brain becomes specialized in the processing of written stimuli. The N170 component is the brain marker of this specialization which presents a greater amplitude when the individual is faced with written stimuli compared to non-language visual stimuli. The syllabic bridge hypothesis places the syllable as an intermediate unit facilitating the process of learning grapheme-phoneme correspondences. The overall objective of our research study is to determine which phonological unit favors the best the emergence of a cerebral specialization for print. To this end, we will compare the effect of training based on letter-syllable or letter-phoneme links on the emergence of written language automation in five-year-old pre-readers. We will assess the impact of these trainings during pre- and post-tests using behavioral tests as well as EEG. The descriptive results of the two participants belonging to the syllable group are in line with our baseline hypothesis as the children's performance on behavioral tests has improved after training. These results are corroborated by one of the two topographies attesting to a cerebral specialization for writing. Our study requires further investigation, however, according to currently available data, the syllable is considered the reference unit for learning grapheme-phoneme correspondences.

**Key words :** Reading, alphabetic principle, brain specialization, N170 component, syllable

# Table des matières

Introduction .....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses .....	2
1. Principe alphabétique .....	2
2. Régions cérébrales impliquées .....	2
3. Prérequis à la lecture.....	3
3.1 Connaissance du nom et du son de la lettre.....	3
3.2 Conscience phonologique.....	4
4. Méthodes d'apprentissage de la lecture.....	5
4.1 Méthode phonique .....	5
4.2 Méthode globale .....	5
4.3 Comparaison des deux méthodes et recommandations .....	6
5. La syllabe.....	6
5.1 Disponibilité .....	7
5.2 Hypothèse du pont syllabique.....	8
5.3 Modèle DIAMS .....	9
6. Buts et hypothèses .....	10
Proposition de méthodologie .....	11
1. Participants .....	11
2. Procédure et matériel .....	12
2.1 Pré et post-test .....	12
2.2 Entraînements .....	13
Résultats.....	15
1. Hypothèses initiales.....	15
2. Participant 1 .....	15
2.1 Données comportementales.....	15
2.1.1 Pré-test .....	15
2.1.2 Post-test .....	16
2.2 Données topographiques EEG.....	16
2.2.1 Pré-entraînement.....	17
2.2.2 Post-entraînement .....	17
3. Participant 2.....	18
3.1 Données comportementales.....	18
3.1.1 Pré-test.....	18
3.1.2 Post-test .....	18
3.2 Données topographiques EEG.....	19
3.2.1 Pré-entraînement.....	19
3.2.2 Post-entraînement .....	19
Discussion.....	19
1. Interprétation des résultats obtenus .....	20
1.1 Performances à l'épreuve de lecture de syllabes .....	20
1.2 Performances à l'épreuve de suppression phonémique .....	21
1.3 Analyse des résultats en fonction des profils d'enfants décrits par Vazeux (2020) selon leurs compétences initiales .....	22
1.4 Analyse de la composante N170 et hypothèses formulées.....	22
2. Limites de l'étude .....	23
2.1 Limites liées à la situation sanitaire (COVID 19) .....	23
2.2 Limites liées à la méthodologie de l'étude .....	24
3. Apport de l'étude pour la pratique orthophonique .....	25
3.1 L'orthophonie .....	25
3.2 Recommandations de l'INSERM concernant la dyslexie .....	27

3.3 En pratique.....	28
Conclusion.....	29
Bibliographie.....	31
Liste des annexes.....	37
Annexe 1 : Mail adressé aux directeurs des établissements scolaires, périscolaires, sportifs et culturels.....	37
Annexe 2 : Lettre d'information aux parents.....	37
Annexe 3 : Consentement de participation destiné aux parents.....	37
Annexe 4 : Lettre d'information destinée aux enfants.....	37
Annexe 5 : Questionnaire posé aux parents en début d'étude.....	37
Annexe 6 : Questionnaire de latéralité posé à l'enfant en début d'étude.....	37
Annexe 7 : Progression des entraînements au fil des séances.....	37
Annexe 8 : Exemple de matériel d'entraînement pour la tâche de lecture.....	37
Annexe 9 : Exemple de matériel d'entraînement pour le jeu de dé.....	37
Annexe 10 : Exemple de matériel d'entraînement pour le jeu de loto.....	37

# Introduction

La lecture constitue l'un des apprentissages élémentaires au même titre que l'écriture et le comptage. Elle est utile et nécessaire à l'intégration en société et devient indispensable pour entrer dans le monde du travail, pouvoir être autonome dans sa vie quotidienne ou encore pour accéder à la culture. Concrètement, nous lisons chaque jour nos sms, les dernières actualités, des publicités, des romans... Bien entendu, les pratiques de lecture ont connu de nombreuses évolutions au cours du temps et récemment, le numérique a été à l'origine de multiples modifications dans nos habitudes de lecture. Burrati (2014) affirme que le contenu de nos lectures a changé et se porte désormais préférentiellement sur des échanges plus courts, souvent liés à la sociabilité (réseaux sociaux). De plus, elle observe un réel clivage entre l'immédiateté de l'information à laquelle nous avons accès de nos jours grâce à Internet et le moment de lecture qui était autrefois synonyme d'un temps long, calme et individuel. A l'heure actuelle, les jeunes se tournant vers la lecture recherchent davantage un moment de déconnexion pendant lequel ils ne sont plus reliés au flot continu d'informations qui apparaissent (Buratti, 2014)

Nous savons aussi que la lecture regorge de nombreux bénéfices. Elle permet notamment de diminuer le stress et l'anxiété par le biais de l'évasion et de la mise à distance des problèmes quotidiens mais aussi de stimuler les capacités cognitives et la mémoire. Par ailleurs, elle engendre également un développement des capacités de concentration, un accroissement de la taille du lexique, qui en somme améliore les compétences générales d'expression et de compréhension orale et écrite. En outre, la lecture permet d'accroître les capacités d'empathie et de se forger un esprit critique grâce aux facultés d'analyse du lecteur. (Loire, 2019).

Pour toutes les raisons citées précédemment, la lecture constitue invariablement un enjeu pédagogique majeur puisqu'elle détermine les compétences futures des individus dans la vie active et sociale.

La lecture consiste à déchiffrer visuellement des signes graphiques qui permettent de coder le langage oral. Elle se base sur la mise en correspondance d'unités graphiques (graphèmes) avec des unités phonologiques (phonèmes). Le phonème est la plus petite unité de son de la langue tandis que le graphème est la plus petite unité orthographique. Le graphème est une lettre ou un groupe de lettres codant pour un phonème. L'apprentissage des liens lettres-sons réalisé lors de la lecture est à l'origine d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit. Le modèle de lecture à double voie de Coltheart et collaborateurs (2001) traduit les deux procédures possibles d'identification des mots écrits. Il comprend la voie phonologique de décodage graphème-phonème et la voie lexicale de reconnaissance rapide des mots écrits grâce aux patrons orthographiques encodés en mémoire à long terme. Nous allons ici nous intéresser aux premières étapes de mise en place de la voie phonologique.

Brem et ses collaborateurs, dans leur étude de 2009 ont montré qu'un entraînement aux correspondances graphèmes-phonèmes (CGP) auprès d'enfants pré-lecteurs entraînait une spécialisation d'une aire cérébrale dans le cortex occipito-temporal.

De nombreux travaux ont étudié le lien entre unité graphémique et phonologique en utilisant le phonème comme unité de référence pour acquérir les correspondances lettres-sons (Ehri., 2005). D'autres études ont montré qu'une unité plus grande de type syllabique était mieux perçue par les enfants et de manière plus précoce (Courcy et al, 2000).

Comprendre les mécanismes en jeu dans l'apprentissage de la lecture chez les enfants tout-venant ainsi que chez les enfants présentant un trouble est un enjeu majeur de la recherche car cela permettrait d'adapter et d'améliorer les méthodes d'enseignement de la lecture à l'école.

Notre étude repose sur les travaux de Vazeux et al. (2020) visant à observer l'effet d'un entraînement lettres-syllabe ou lettre-phonème sur le développement de la conscience phonémique auprès d'enfants pré-lecteurs.

Notre projet, quant à lui vise à déterminer quelle unité phonologique (syllabe ou phonème) dans l'apprentissage des liens lettres-sons favorise le plus l'émergence de la spécialisation cérébrale pour l'écrit. Pour cela, nous allons comparer l'effet d'un entraînement basé sur les liens lettre-phonème avec celui basé sur les liens lettres-syllabe sur l'émergence de l'automatisation du traitement de l'écrit chez des enfants pré-lecteurs de 5 ans. Nous évaluerons l'incidence de ces entraînements à l'aide de pré et post-tests. Nous nous attacherons à mesurer cette spécialisation cérébrale au moyen d'un EEG, afin d'attester d'une automatisation des processus cognitifs sollicités lors de la lecture.

Nous aborderons dans la première partie constituant le contexte théorique le principe alphabétique régissant la lecture dans la langue française, puis les régions cérébrales impliquées lors de la lecture pour ensuite évoquer les pré-requis ainsi que les méthodes d'apprentissage de la lecture. Enfin nous aborderons plus précisément l'unité syllabique avant d'annoncer les buts et les hypothèses de cette étude.

Dans une seconde partie, nous détaillerons l'ensemble de la méthodologie que nous utiliserons.

Dans une troisième partie, nous traiterons des résultats obtenus. Enfin, dans une quatrième partie, nous discuterons de ces résultats avant de conclure ce mémoire.

## **Contexte théorique, buts et hypothèses**

### **1. Principe alphabétique**

Le principe alphabétique consiste à mettre en correspondance l'écrit et l'oral à partir de représentations phonologiques (phonèmes) et orthographiques (graphèmes). Il est valable dans les 2 sens (oral-écrit pour l'écriture et écrit-oral pour la lecture). L'étape de conversion graphème-phonème est au centre de l'apprentissage de la lecture. Le français, au même titre que l'allemand ou l'italien appartient aux langues alphabétiques auxquelles s'applique ce principe.

La connaissance qu'ont les enfants du langage parlé influence grandement leurs compétences futures en lecture. Certains prérequis permettront à l'enfant d'acquérir ce principe de conversion, indispensable pour accéder à la reconnaissance des mots écrits puis à la compréhension écrite. Ces concepts seront détaillés plus tard. En 1986, Gough et Tunmer proposent une modélisation de la lecture qui serait la résultante du produit de la capacité à identifier les mots écrits et de la compréhension ( $L = R * C$ ) avec  $L =$  lecture,  $R =$  reconnaissance des mots écrits et  $C =$  compréhension.

### **2. Régions cérébrales impliquées**

La lecture est une activité visuelle consistant à décoder des symboles écrits (graphèmes) en les associant à des sons (phonèmes). Il s'agit d'une invention culturelle créée entièrement

par l'Homme. Par conséquent, à la naissance, aucune zone cérébrale ne serait dédiée au traitement des lettres et des mots écrits. Il a fallu que certaines régions cérébrales adoptent de nouvelles fonctions pour subvenir à ce nouveau besoin.

Nous savons qu'une région du cortex occipito-temporal gauche, le gyrus fusiforme, se spécialise pour la reconnaissance de la forme visuelle des mots avec l'apprentissage de la lecture. (Dehaene et al., 2010). Initialement, cette aire était uniquement consacrée à la reconnaissance visuelle des visages et des objets ; c'est par l'exposition aux symboles écrits lors de l'apprentissage des lettres liens-sons que cette aire cérébrale va se spécialiser (Cohen, 2002). On observe également cette spécialisation grâce à la mesure de la composante N170 au moyen de l'électroencéphalogramme (EEG). Au départ, Maurer et ses collaborateurs ont observé en 2005 une plus grande amplitude de cette composante lorsque les individus traitaient des stimuli écrits plutôt que des stimuli visuels non langagiers comme des séquences de symboles non familiers.

La spécialisation pour l'écrit du gyrus fusiforme gauche, aussi appelé l'aire de la forme visuelle des mots (AFVM), située sur le gyrus fusiforme, est le témoin de l'expertise visuelle des individus à traiter les lettres écrites auxquelles ils sont exposés et de l'automatisation des processus cognitifs mis en œuvre lors de la lecture. Cette théorie de spécialisation cérébrale ou « mapping phonologique » (McCandliss & Noble, 2003) suppose un bon apprentissage des correspondances graphèmes-phonèmes (CGP) pour permettre la mise en place de la voie lexicale et générer une automatisation de la lecture. Brem et ses collaborateurs (2009) ont montré qu'un entraînement aux CGP auprès d'enfants pré-lecteurs entraînait une spécialisation de l'AFVM dans le cortex occipito-temporal.

Cette spécialisation cérébrale pour l'écrit est sous-tendue par des prérequis au langage écrit fortement sollicités lors d'une tâche de lecture. Nous les détaillerons ci-dessous.

### **3. Prérequis à la lecture**

Certaines compétences de l'enfant pré-lecteur prédisent son niveau futur de lecture. D'après les trois méta-analyses de la National Early Literacy Panel (2008), cinq prérequis seraient essentiels pour une acquisition efficiente des processus de lecture. Le taux de corrélation entre ces facteurs et le futur niveau en lecture a été mesuré grâce à un coefficient de corrélation ( $r$ ). La majorité des études a été réalisée auprès d'enfants entre 4 et 5 ans. La connaissance du nom et du son des lettres est le facteur le plus fortement corrélé aux capacités futures de lecture. S'ensuit la conscience phonologique, la dénomination rapide, la capacité à écrire son prénom et la connaissance des concepts liés à l'écriture.

Nous nous focaliserons ici sur les deux compétences les plus fortement corrélées au niveau de lecture : la connaissance du nom et du son de la lettre et la conscience phonologique.

#### **3.1 Connaissance du nom et du son de la lettre**

Plusieurs travaux ont mis en évidence que la connaissance du nom et du son des lettres était un prérequis à l'apprentissage de la lecture (Treiman, 2006). Il s'agirait même, selon l'étude longitudinale de Negro et Genelo (2009), du principal prédicteur des performances ultérieures en reconnaissance visuelle de mots. En effet, la connaissance du nom et du son des lettres permet d'associer un ou plusieurs caractère(s) graphique(s) à un son qui lui correspond et donc de réaliser des conversions graphème-phonème.

Aussi, plusieurs études ont montré que les enfants qui ne connaissent pas le nom des lettres échouent systématiquement dans les tâches de manipulation de phonèmes (Johnston et al, 1996 ; Stahl et Murray, 1994 ; Wimmer et al., 1991).

D'autres auteurs soutiennent que seule la connaissance du nom des voyelles est importante et a un impact sur les compétences ultérieures en lecture car le nom et le son d'une voyelle sont identiques et seront utilisés à l'oral contrairement au nom des consonnes (Piquart-Kipffer et Sprenger-Charolles., 2013).

Enfin, dans leur revue de littérature de 2004, Castles et Coltheart soutiennent qu'il existe un lien entre la connaissance des lettres et la conscience phonémique. Le premier facteur constituerait un préalable au second. Ces auteurs démontrent également qu'un apprentissage de la conscience phonémique seule a moins d'impact sur l'apprentissage de la lecture qu'un apprentissage des lettres, combiné à l'association lettres-sons. Les enfants accéderaient donc au principe alphabétique grâce à leur connaissance des lettres mais aussi grâce à leur conscience phonémique.

### **3.2 Conscience phonologique**

Nous avons vu précédemment que l'apprentissage de la lecture était fortement lié à la connaissance du nom et du son des lettres. Nous savons également que l'entrée dans le langage écrit est déterminée par les compétences en langage oral des enfants et la connaissance qu'ils ont de sa structure. En effet, les enfants ayant des troubles du langage oral en maternelle ont entre 2 et 7 fois plus de risques de développer un trouble de la lecture comparativement aux enfants de la population générale (Pennington & Bishop, 2009).

La conscience phonologique regroupe différentes unités telles que la rime, la syllabe ou le phonème. Pour ce dernier, on parle alors de conscience phonémique.

Lors d'une tâche de lecture, l'individu doit procéder à une analyse de l'oral, c'est-à-dire être capable de segmenter le langage oral et de repérer les différentes unités phonologiques comme les phonèmes. Cette capacité, dite métaphonologique, relève de la conscience phonologique définie par l'identification et la manipulation intentionnelle d'unités phonologiques composant le langage oral. On peut l'évaluer grâce à une tâche d'ajout, de suppression ou d'identification de ces unités. La discrimination phonologique constitue la tâche la plus sensible à l'identification des enfants à risque de difficultés d'entrée dans le langage écrit. Administrée en maternelle, elle permettrait d'identifier précocement ces enfants « à risque » et de leur proposer une prise en charge préventive avant l'entrée au CP.

Dans leur étude longitudinale de 2003, Swanson et ses collaborateurs ont démontré une corrélation durable entre les compétences en conscience phonologique et les aptitudes en lecture de mots isolés. Ainsi, nous pouvons dire qu'une connaissance accrue de la structure du langage oral et la capacité à manipuler ses unités jouent un rôle dans l'acquisition de la lecture.

De plus, la conscience phonémique aurait également une influence sur les futures compétences en compréhension écrite. En effet, de bonnes capacités en conscience phonémique permettent une plus grande aisance dans la réalisation de CGP et donc une automatisation de la lecture. Le coût cognitif accordé au décodage diminue et l'enfant peut alors porter davantage son attention à la signification de ce qu'il est en train de lire. 45,4% de la variance en compréhension écrite chez les enfants de CP serait expliquée par les compétences en conscience phonémique contre 20% qui proviendrait du décodage (Ouellette

et Beers., 2010). Cet argument est confirmé par la méta-analyse du National Reading Panel de 2000 (Comité National de Lecture aux États-Unis) étudiée par Ehri et collaborateurs (2001) attestant des effets statistiquement probants d'entraînements à la conscience phonologique sur les compétences en lecture et en compréhension écrite auprès d'enfants scolarisés de la maternelle à la 6<sup>ème</sup>. L'effet observé était plus important auprès des enfants pré-lecteurs que chez les enfants lecteurs. Par conséquent nous pouvons affirmer que la conscience phonologique est un prérequis à l'entrée dans le langage écrit.

Néanmoins, certains auteurs considèrent que l'apprentissage de la lecture constitue également un prérequis à la conscience phonologique. En d'autres termes, lorsque l'enfant apprend à lire, il mobilise ses compétences phonologiques mais l'activité de lecture en elle-même renforce également ces compétences par la réalisation de CGP ; il s'agit d'une relation bidirectionnelle et il serait alors plus juste de parler de co-requis plutôt que de prérequis.

Une étude a été réalisée auprès d'adultes illettrés par Morais et ses collaborateurs en 1979. Les individus devaient accomplir des tâches de conscience phonologique (suppression, ajout de phonème). Les résultats attestent de bonnes performances en manipulation de syllabes contrairement aux faibles scores obtenus en manipulation de phonèmes. Ces résultats confirment l'argument que l'apprentissage de la lecture est à l'origine du développement de la conscience phonologique. En conclusion, nous pouvons dire que de bonnes compétences de manipulation des unités du langage sont à la fois à l'origine d'un apprentissage efficient de la lecture et sa conséquence.

Certaines méthodes de lecture proposées aux enfants de CP reposent largement sur l'unité phonémique ; nous détaillerons ci-dessous les deux principales.

## **4. Méthodes d'apprentissage de la lecture**

### **4.1 Méthode phonique**

L'apprentissage de la lecture dans une langue alphabétique comme le français implique la constitution d'un code par la maîtrise des relations entre éléments de la parole (phonèmes) et symboles écrits (graphèmes). Cette compétence de conversion graphème-phonème est indispensable pour pouvoir déchiffrer des mots écrits et accéder à leur sens. (Dictionnaire d'Orthophonie, 2011).

La méthode phonique a donc un point de départ phonologique : l'enfant concentre son attention sur les sons de la parole et leurs homologues écrits en passant par un apprentissage explicite des règles de CGP. Elle s'appuie sur un modèle ascendant (bottom-up) de reconnaissance de petites unités du langage (graphèmes) qui, par associations, forment des mots et mènent à l'identification de phrases et de textes.

Ce type de méthode est parfois complétée d'une aide visuelle qui peut être apportée par exemple par la méthode gestuelle développée par Mme Borel-Maisonny.

### **4.2 Méthode globale**

La méthode globale (ou analytique) repose sur l'aspect idéographique de l'écrit et consiste à présenter et à faire retenir à l'apprenant des mots entiers (acquisition d'un stock de vocabulaire « visuel ») sans expliciter le système de CGP propre au principe alphabétique. Ce stock de mots s'enrichissant au fur et à mesure des expositions au langage écrit, la personne

va pouvoir comparer le mot auquel elle est confrontée à ceux vus précédemment afin de le reconnaître et de l'identifier.

On parle de processus descendants (top-down) car l'individu s'appuie sur des unités de grande taille et sur le contexte général de la phrase ou du texte pour parvenir à identifier les mots écrits et accéder au sens. Il procède à une décomposition des unités les plus complexes (paragraphe, phrase) en éléments plus simples. (Dictionnaire d'Orthophonie, 2011).

Cette méthode d'apprentissage de la lecture se focalise sur les activités de compréhension et sur le lien entre les représentations orthographiques et sémantiques. Elle peut aider à l'identification de mots inconnus ou retrouvés fréquemment dans les textes.

Elle est également en lien avec la méthode dite « naturelle », développée par Freinet. Selon lui, la lecture, au même titre que d'autres apprentissages dits « scolaires », peut s'acquérir selon un processus naturel identique à celui par lequel passe chaque enfant pour apprendre à parler ou à marcher. L'enfant serait guidé par une curiosité innée qui le pousserait à s'intéresser à la lecture et à en acquérir les principes par tâtonnements.

### **4.3 Comparaison des deux méthodes et recommandations**

Selon Dehaene (2011), l'apprentissage de la lecture doit absolument passer par un enseignement explicite du code alphabétique.

Nous savons grâce à l'étude de Bateman réalisée en 1991 que l'absence d'enseignement explicite des CGP de la méthode globale peut constituer un handicap pour les enfants présentant des troubles des apprentissages. La méta-analyse de Ehri et collaborateurs (2001) vient appuyer cet argument en démontrant qu'un enseignement des CGP profiterait davantage aux élèves à risque de développer des troubles de la lecture.

Enfin, en 1967, Chall, a montré grâce à son programme d'entraînement à la lecture dans 300 classes de 3 pays différents que l'approche syllabique permettait de mieux développer la reconnaissance des mots écrits, la production orthographique et la compréhension en lecture.

La syllabe pourrait par conséquent constituer une unité potentiellement intéressante dans l'apprentissage des liens lettres-sons.

## **5. La syllabe**

La syllabe est une unité phonologique qui se définit par la présence d'une voyelle combinée ou non à des consonnes la précédant et/ou la succédant. Elle est donc composée de 3 éléments : un noyau, seul élément essentiel de la syllabe correspondant à la voyelle. Ce noyau peut être précédé d'une attaque (consonne) mais peut également être suivi d'une coda (consonne). Chaque langue possède ses propres contraintes phonotactiques qui limitent les combinaisons de phonèmes et de structures syllabiques possibles. Par exemple, le mot « parler » comprend 2 syllabes : /paʁ/ et /le/ ; la première syllabe étant composée du noyau /a/, d'une attaque /p/ et d'une coda /r/ et la deuxième syllabe étant composée du noyau /e/ et d'une attaque /l/.

La langue française comporte des unités phonologiques de tailles différentes. La rime ou la syllabe constituent des unités de grande taille tandis que le phonème est une unité phonologique plus petite.

Nous avons vu précédemment que la méthode de lecture phonique reposait principalement sur l'unité phonémique. Cependant, pourquoi n'utiliserait-on pas l'unité syllabique lors de l'apprentissage de la lecture ?

## 5.1 Disponibilité

Très peu d'auteurs se sont intéressés au rôle de la syllabe dans l'acquisition de la lecture par rapport aux études concernant le rôle du phonème.

Dans l'étude de Courcy et collaborateurs de 2000 dans laquelle des enfants pré-lecteurs ont réalisé un entraînement en conscience phonologique, les résultats ont montré des scores en conscience syllabique bien supérieurs à ceux obtenus en conscience phonémique. Cela peut s'expliquer par le fait que la syllabe serait une unité phonologique pouvant être extraite facilement. A l'inverse, les phonèmes, ne peuvent pas, ou très rarement, être isolés à l'oral, étant toujours assimilés par la coarticulation. C'est pourquoi un grand nombre d'enfants pré-lecteurs échoue lors des tâches de conscience phonémique car ces derniers seraient plus sensibles aux unités de taille supérieure au phonème comme la syllabe.

Cossu et collaborateurs en 1988 se sont intéressés dans leur étude aux compétences en conscience phonémique et syllabique d'enfants italiens de 4 à 8 ans. Les enfants devaient réaliser une tâche de répétition de mots en indiquant le nombre de syllabes ou de phonèmes composant le mot. Les résultats ont montré que seulement 20% des enfants de 4-5 ans sont parvenus à réaliser la tâche de conscience phonémique contre 67% pour la tâche de conscience syllabique. En revanche, les enfants plus âgés (7-8 ans) étaient pratiquement tous en mesure de réaliser les 2 types de tâches (97% des enfants pour la tâche phonémique et 100% pour la tâche syllabique).

Dans la même idée, Fox et Routh (1975) ont montré que les enfants pré-lecteurs (entre 3 et 5 ans) identifiaient facilement la syllabe à l'oral dans une tâche de suppression de syllabe finale ou initiale. En effet, la syllabation servirait à la production orale et à l'accès au sens. La lecture du mot « montagne » doit par exemple amener l'enfant à produire 2 syllabes /mã/ - /taŋ/ et non pas /mOn/ - /taŋ/ alors que la lecture du mot « monème » doit amener à la production de /mo/ - /nem/ et non pas /mã/ - /em/. Si ce découpage n'est pas respecté, alors l'accès à la représentation sémantique sera entravé. Enfin, selon Ziegler et Goswami (2005), l'unité phonémique, de taille inférieure, ne serait pas disponible chez les enfants pré-lecteurs.

Pour Doignon et Zagar (2006), les enfants perçoivent les syllabes dans des suites de lettres dès la fin de la 1<sup>ère</sup> année d'apprentissage de la lecture. L'étude utilise le paradigme des conjonctions illusoire qui s'appuie sur une tâche de détection de la couleur d'une lettre cible dans un mot présenté en 2 couleurs. On peut par exemple demander quelle est la couleur de la lettre « v » dans l'item « savon » ou « savon » ? La répartition des couleurs dans le mot peut être congruente avec la structure syllabique du mot (comme dans « savon ») ou non-congruente (comme dans « savon »). La présentation des lettres se fait très rapidement (214 millisecondes) et conduit les individus à commettre des erreurs (conjonctions illusoire). L'étude de ces erreurs permet de déterminer si l'unité syllabique est automatiquement perçue dans les mots écrits ? Plusieurs types d'erreurs sont possibles : les fausses alarmes lorsque la personne indique une couleur non présente dans le mot, et les conjonctions illusoire, lorsque la personne associe à la lettre cible la mauvaise couleur parmi les 2 couleurs du mot. Les conjonctions illusoire peuvent être de 2 types : les erreurs de préservation et les erreurs de violation. Les erreurs de préservation auraient lieu lorsque les individus rapportent la couleur

de la syllabe dont fait partie la lettre plutôt que de rapporter la couleur de la lettre. Si l'on reprend l'exemple ci-dessus, elles correspondraient à dire que la lettre « v » dans l'item « **savon** » serait bleue, respectant la structure syllabique « von ». Les erreurs de violation auraient lieu lorsque les individus attribuent de façon erronée à la lettre cible, la couleur des lettres n'appartenant pas à la même syllabe. En l'occurrence, il s'agirait de dire que la lettre « v » dans l'item « **savon** » serait rouge. Les résultats de l'étude montrent un nombre d'erreurs de préservation supérieur au nombre d'erreurs de violation de la syllabe attestant de la perception automatique des unités syllabiques lors du traitement des mots écrits et ce, dès la première année d'apprentissage de la lecture.

La théorie des grains, développée par Ziegler et Goswami en 2005 rend compte de ce problème de disponibilité de certaines unités phonologiques. En effet, les différentes unités phonologiques ne sont pas toutes accessibles lors de l'entrée dans le langage écrit et le phonème serait une unité moins disponible que la syllabe. Cette théorie expose également deux autres difficultés auxquelles doivent faire face les enfants avant d'entrer dans le langage écrit ; elles concernent la granularité et la consistance qui ne seront pas détaillées dans ce mémoire.

En résumé, les relations grapho-phonologiques utiles dans la lecture pourraient s'établir par l'intermédiaire de la syllabe, unité plus large que le phonème et disponible plus tôt chez les enfants.

## **5.2 Hypothèse du pont syllabique**

L'unité syllabique serait intéressante dans le processus d'apprentissage des liens lettres-sons car c'est une unité disponible plus précocement que l'unité phonémique et également perçue automatiquement par les enfants et les adultes. Cela nous amène à nous questionner sur les méthodes d'apprentissage de la lecture actuelles reposant à la fois sur l'unité syllabique et sur l'unité phonémique et de savoir si celles-ci ne pourraient pas utiliser préférentiellement l'unité syllabique, plus facilement accessible par les enfants.

Certains auteurs affirment que les enfants utilisent la syllabe pour pouvoir progressivement se saisir du phonème.

Dans leur étude longitudinale, Carroll et collaborateurs (2003) ont suivi 67 enfants d'âge préscolaire sur une période de 12 mois. Leur objectif était d'examiner la nature, la progression et les prédicteurs de la conscience phonologique chez les enfants d'âge préscolaire. Au cours du suivi, les enfants ont bénéficié d'un entraînement à la conscience phonologique. Les résultats observés montrent que ce prédicteur suit une progression lors de son développement. Il débiterait par les unités larges telles que les syllabes ou les rimes pour parvenir aux unités plus spécifiques comme le phonème. Cet argument est également soutenu par Anthony et Francis (2005) qui, dans leur revue de littérature ont décrit la progression suivie dans le développement de la conscience phonologique. Les enfants seraient d'abord plus sensibles aux mots, puis aux syllabes, ensuite aux rimes et aux attaques et enfin aux phonèmes.

Ces résultats ont conduit Doignon-Camus et Zagar (2013) à proposer l'hypothèse du pont syllabique, selon laquelle l'apprentissage de la lecture se fait d'abord grâce à la mise en correspondance d'unités phonologiques disponibles (les syllabes) avec les unités orthographiques (graphèmes).

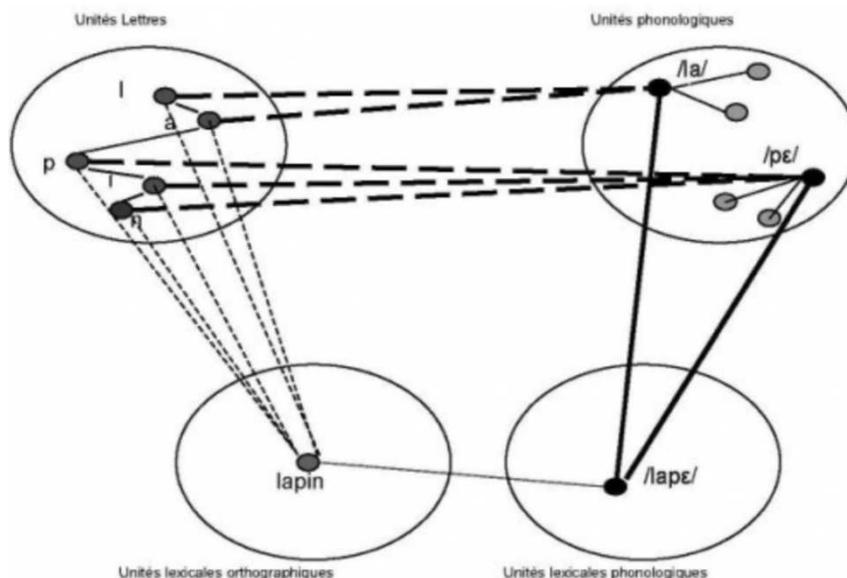
Notre étude repose sur les travaux de Vazeux et al. (2020) visant à observer l'effet d'un entraînement lettres-syllabe ou lettre-phonème sur le développement de la conscience phonémique auprès d'enfants francophones non lecteurs fréquentant l'école maternelle. Ces derniers sont répartis en 2 groupes selon le type d'entraînement suivi. Tous les enfants ont reçu 4 sessions d'entraînement et les capacités de conscience phonémique ont été évaluées à 3 moments (T1, T2 et T3) avec une tâche d'élimination de phonème final. Les résultats obtenus montrent que les enfants du groupe ayant bénéficié de l'entraînement lettres-syllabe ont un meilleur développement de leur conscience phonémique que les enfants de l'autre groupe. En revanche, en lecture de syllabes tous les enfants ont progressé de manière significative entre T1 et T3 avec cependant une progression plus importante pour le groupe syllabe par rapport au groupe lettre, attestant d'un effet spécifique de l'entraînement sur la compétence entraînée. Leur deuxième interrogation consistait à savoir si les enfants progressaient dans la tâche finale d'élimination de phonèmes uniquement sur les éléments pour lesquels ils avaient reçu un entraînement ou s'ils transféraient leurs compétences à d'autres éléments (syllabes non-apprises et nouvelles syllabes avec de nouvelles lettres). La progression de la conscience phonémique dans le groupe lettres-syllabe par rapport au groupe lettre-phonème était significative pour les syllabes apprises ainsi que pour les nouvelles syllabes et marginale pour les syllabes non-apprises, traduisant une généralisation des apprentissages. La troisième interrogation résidait dans le développement de la conscience phonémique en fonction des compétences initiales évaluées au pré-test. Nous développerons les résultats obtenus et leur interprétation plus tard.

### **5.3 Modèle DIAMS**

Historiquement, de nombreux auteurs s'appuient sur le modèle à double voix de Coltheart et Harris (2001) pour décrire les processus de lecture. Cependant, ce modèle n'intègre pas l'unité syllabique. En 1981, un autre modèle a été proposé par McClelland et Rumelhart ; il s'agit du modèle d'activation interactive de lecture experte. Il comporte 3 niveaux de traitement (traits visuels, lettres et mots). Des activations entre ces niveaux s'opèrent et celles-ci peuvent être de nature excitatrice ou inhibitrice. Elles sont également bidirectionnelles.

En 2006, Mathey et collaborateurs proposent une adaptation de ce modèle en y ajoutant un niveau : la représentation symbolique d'unités syllabiques phonologiques et des connexions entre les lettres adjacentes. Ce modèle met donc en avant les liens lettres-syllabes, non développés jusqu'à présent. Par conséquent, la fréquence orthographique (association récurrente de certaines lettres) favoriserait l'activation de la représentation syllabique mais également les connexions avec les lettres adjacentes qui pourraient alors être traitées en tant qu'unités indépendantes. En revanche, l'une des limites de ce modèle est qu'il s'adapte uniquement au lecteur expert et non pas aux enfants en cours d'apprentissage de la lecture.

Par la suite, dans la lignée du modèle interactif, Doignon-Camus et Zagar proposent en 2009 le modèle DIAMS (Developmental Interactive Activation Model with Syllables). Il s'agit du seul modèle intégrant la syllabe et à destination des enfants apprentis-lecteurs. Il est représenté en figure 1.



**Figure 1. Construction des représentations lexicales orthographiques selon le modèle DIAMS (Doignon-Camus et Zagar, 2009)**

En voyant les syllabes écrites qu’il connaît déjà oralement, l’enfant pourrait reconnaître plus facilement les lettres qui la composent et les associer avec les phonèmes correspondants. Il va alors progressivement apprendre qu’une syllabe est composée de plusieurs signes écrits qui sont des lettres, et que ces lettres sont associées à des phonèmes. Ces liens lettres-syllabes vont permettre à l’enfant de consolider ses représentations phonémiques et de faciliter la mémorisation de clusters (groupe consonantique, association d’au moins 2 consonnes dans un mot), très utile lors de l’application de la procédure phonologique de décodage graphème-phonème. Par la suite, l’enfant va automatiser la reconnaissance de certains clusters, puis de certaines syllabes pour enfin décoder des mots grâce à sa voie d’adressage.

Ainsi, ce modèle intègre les unités phonologiques syllabiques, pôle indépendant sur le schéma (figure 1), tout comme les unités lexicales phonologiques ou orthographiques mais tout de même relié par des connexions. Il postule que le processus d’acquisition des CGP mis en jeu dans la lecture est préétabli par les unités syllabiques, unités intermédiaires et indispensables.

## 6. Buts et hypothèses

L’objectif général du projet dans lequel s’inscrit ce mémoire est de déterminer quelle unité phonologique entre la syllabe et le phonème est la plus pertinente pour l’apprentissage des correspondances lettres-sons afin d’améliorer les méthodes actuelles d’enseignement et de remédiation orthophonique.

Notre étude est similaire à celle de Vazeux et al. (2020) dans sa conception mais différente dans son objectif. Nous nous attacherons à observer l’impact des entraînements sur l’émergence d’une automatisation du traitement du langage écrit. Afin de mesurer cela, nous mesurerons la spécialisation cérébrale pour l’écrit du cortex occipito-temporal par l’intermédiaire de mesures électrophysiologiques (composante N170) obtenues après réalisation d’un EEG.

L’hypothèse avancée est que nous devrions observer une plus grande amplitude de la composante N170 aux post-tests pour les séquences de syllabes/consonnes par rapport aux

séquences de symboles, du fait de l'émergence d'une spécialisation cérébrale pour le langage écrit à l'issue d'un entraînement aux correspondances lettres-sons.

De plus, selon l'hypothèse du pont syllabique évoquée précédemment, nous devrions retrouver cet effet davantage dans le groupe syllabe comparativement au groupe lettre étant donné que la syllabe est une unité intermédiaire dans l'apprentissage des CGP.

## **Proposition de méthodologie**

Cette étude est née de la collaboration entre les Universités de Lille et de Strasbourg.

Elle comprend la passation d'EEG (Electroencéphalogramme) qui se dérouleront à l'Imaginarium de Tourcoing (structure habilitée pour la réalisation d'études électrophysiologiques auprès d'enfants).

Elle a été approuvée par le comité d'éthique de l'Université de Lille et par la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés).

Il s'agit d'une étude randomisée avec la création de 2 groupes d'enfants homogènes en termes de sexe, mois de passation dans l'année, de niveau socio-économique (calculé à partir du niveau d'études et de la profession des parents) et de résultats aux pré-tests (qui seront détaillés un peu plus tard). L'un des groupes bénéficiera d'un entraînement lettre-phonème et l'autre bénéficiera d'un entraînement lettres-syllabe.

L'étude se divise en 3 phases : le pré-test, les entraînements et le post-test qui sont répartis sur une durée maximum d'un mois. A la fin de l'étude, les enfants recevront une récompense sous forme de carte cadeau pour leur participation à l'étude.

### **1. Participants**

L'étude comprend une population de 40 enfants non-lecteurs de 4-5 ans scolarisés en grande section de maternelle. Ils seront divisés pour constituer 2 groupes de 20 enfants (nombre souhaité).

De manière générale, ce type d'étude est assez contraignant et implique une disponibilité des parents et des enfants sur un délai de 4 semaines (2 semaines d'entraînement entourées de 2 EEG). C'est pourquoi le taux d'attrition, correspondant à la perte de participants au cours d'une étude est habituellement assez important. En effet, à partir du moment où l'enfant manque une séance, il est automatiquement retiré de l'étude.

Compte-tenu de ce taux d'attrition assez important dans ce type d'étude (environ 40%), nous avons besoin d'un nombre de participants bien plus important (au minimum 60).

Pour pouvoir participer à l'étude, les enfants doivent respecter certains critères d'inclusion. Ils doivent avoir pour langue maternelle le français, ne pas avoir eu de diagnostic de troubles des apprentissages, ni avoir redoublé ou sauté de classe et être droitier. Pour obtenir une mesure objective de la latéralité de l'enfant, un questionnaire lui sera proposé lors de l'entretien de la phase de pré-test.

Un critère d'exclusion a été adjoint aux critères précédents suite aux passations réalisées les années précédentes. En effet, les sujets déjà lecteurs (enfants ayant obtenu plus de la moitié du score maximum en lecture de syllabes lors du pré-test, soit un score supérieur à 8/16) ne sont pas inclus dans l'étude car il sera impossible de prouver par la suite l'effet de l'entraînement sur la spécialisation cérébrale et les compétences en lecture de syllabes.

En revanche, le score obtenu en connaissance des lettres ou en conscience phonologique lors du pré-test n'est pas exclusif.

Le recrutement des enfants a été réalisé de deux manières : soit dans des lieux qu'ils fréquentent (école, médiathèque, centre socio-culturels...) soit directement auprès du personnel de l'université. A titre d'exemples, les annexes 1 et 2 correspondent aux mails envoyés aux directeurs d'école et à la lettre d'information à destination des parents concernant l'étude. L'annexe 3 correspond au formulaire de consentement.

## 2. Procédure et matériel

### 2.1 Pré et post-test

Les deux mesures de pré et post-test sont identiques, excepté la mesure de l'intelligence non-verbale (Matrices couleurs de Raven ; Raven, 2002) qui est réalisée uniquement lors du pré-test. Chaque phase de pré ou post-test dure environ 1h30. Elle est constituée de 30 minutes d'explication générale et de tests comportementaux, 30 minutes de pause avant l'EEG, 20 minutes pour la réalisation de la tâche expérimentale comprenant des pauses et 10 minutes pour enlever le bonnet et les électrodes.

Des mesures comportementales sont effectuées afin d'évaluer les compétences des enfants en connaissance des lettres, lecture de syllabes et conscience phonologique (durée maximale de 20 minutes pour la passation des épreuves du pré-test et de 15 minutes pour le post-test).

Différentes tâches sont réalisées : connaissance du nom et du son des lettres, lecture de syllabes avec la structure consonne-voyelle (16 items) et suppression du phonème final d'une syllabe avec une structure consonne-voyelle-consonne (24 items). Cette dernière épreuve comporte un exemple et 2 essais afin que l'enfant puisse s'approprier la consigne et comprenne le but de l'exercice. Étant donné que la conscience phonémique se développe plus tardivement chez l'enfant, à la suite de 4 échecs consécutifs, l'épreuve sera suspendue (règle d'arrêt).

Nous allons maintenant détailler plus précisément chacune des épreuves du pré/post-test.

- Tâche de connaissance des lettres : nous utilisons les 8 lettres sélectionnées pour le programme d'entraînement qui suivra, à savoir les 4 voyelles A, I, O, U et les 4 consonnes B, F, T, S. L'enfant doit donner le nom et le son (consonnes) de chacune des lettres présentées. Si l'enfant se trompe, aucune correction n'est apportée par l'expérimentateur.
- Tâche de lecture de syllabes : 16 syllabes avec une structure consonne-voyelle sont proposées à l'enfant dont 8 syllabes « apprises » (utilisées dans le programme d'entraînement) et 8 syllabes « non-apprises » (composées des mêmes lettres mais combinées différemment). De même qu'à l'exercice précédent, aucune correction ne sera apportée à l'enfant. La distinction « apprises »/ « non-apprises » n'est valable que pour le post-test car l'enfant aurait bénéficié de l'entraînement avec ces syllabes cibles. Au pré-test, l'enfant ne connaîtra aucune syllabe.
- Tâche de suppression du phonème final : l'expérimentateur propose à l'enfant de répéter une syllabe de structure consonne-voyelle-consonne en omettant le dernier phonème, donc en produisant la consonne et la voyelle qui suit, (e.g SAC = SA). Parmi les 24 syllabes stimuli, 8 seront des syllabes « apprises », 8 seront des syllabes « non-apprises », et les 8 dernières seront des « nouvelles » syllabes.

Une fois les mesures comportementales effectuées, on procède à l'évaluation de l'intelligence non-verbale de l'enfant par l'intermédiaire des matrices de Raven (Matrices couleurs de Raven ; Raven, 2002). Cette mesure a lieu uniquement lors du pré-test et les 2 groupes d'enfants décrits précédemment seront appariés sur cette mesure. Cela permet principalement d'éviter les disparités entre les enfants.

Puis, on procède à la pose du matériel nécessaire à la réalisation des EEG auprès de l'enfant. Cette étape nous permet de mesurer la spécialisation cérébrale pour l'écrit par l'intermédiaire de la mesure de l'amplitude de la composante N170.

Dans un premier temps, on dispose sur la tête de l'enfant, un bonnet adapté à sa taille. Sur ce dernier, sont ensuite placées 64 électrodes à l'aide d'un gel conducteur. Puis, l'enfant doit réaliser une tâche de détection de répétitions à partir de séquences de syllabes, consonnes ou symboles. L'épreuve dure environ 11 minutes. Lorsque 2 stimuli identiques apparaissent successivement à l'écran, le sujet doit appuyer sur un bouton réponse (i.e., la barre d'espace). Dans le cas contraire, il ne fait rien. 3 blocs ont été constitués pour la tâche : 60 séquences de syllabes, 60 séquences de consonnes et 60 séquences de symboles. Les séquences de syllabes et de consonnes ont été créées à partir des lettres et syllabes travaillées lors des entraînements. Les enfants réalisent 3 blocs pour chaque type de stimuli et chaque bloc est constitué de 30 séquences : 6 séquences d'entraînement suivies de 24 séquences. Sur les 24 séquences, 4 constituent une répétition immédiate. Pour chaque essai, l'enfant qui est installé face à l'ordinateur voit apparaître une croix de fixation au centre de l'écran pendant 400 millisecondes (ms), puis le stimulus pendant 700ms et enfin, l'écran devient entièrement noir pendant 1100ms. Afin de respecter le rythme de chaque enfant, les essais sont lancés manuellement en fonction de la qualité du signal EEG. Un expérimentateur est en charge de cette tâche pendant que l'autre est positionné à côté de l'enfant dans une cage de Faraday (non fermée pour ne pas constituer un environnement stressant pour l'enfant) et encourage le sujet autant que nécessaire pour éviter une lassitude. Lors de la passation des EEG, le parent accompagnateur est autorisé à rester à proximité de l'enfant.

## **2.2 Entraînements**

La phase d'entraînement s'étend sur 2 semaines et est composée de 5 séances de 20 minutes chacune. Un tableau récapitulatif de la progression des entraînements au fil des séances est proposé en annexe 7. Les séances d'entraînement sont assurées par les 3 étudiantes qui soutiendront ce mémoire en 2022 et elles pourront se dérouler soit à l'école hors temps scolaire ou à domicile selon les préférences des parents.

8 lettres ont été sélectionnées pour le programme d'entraînement lettre-phonème dont 4 voyelles (A, I, O, U) et 4 consonnes ne pouvant être attribuées qu'à un seul phonème (B, F, T, S).

8 syllabes ont été sélectionnées pour le programme d'entraînement lettres-syllabe à partir des lettres du groupe « contrôle » au sein de 2 matrices différentes : matrice 1 (BA, BI, FA, FI, SO, SU, TO, TU) et matrice 2 (BO, BU, FO, FU, SA, SI, TA, TI). Le fait de scinder le nombre de syllabes en 2 matrices permet d'observer l'effet de l'entraînement sur les syllabes apprises mais également de voir si une généralisation aux autres syllabes non-apprises s'opère. Ainsi, la moitié du groupe lettres-syllabe travaillera à partir de la matrice 1 (les items de la matrice 2 seront considérés comme « non-appris ») et l'autre moitié à partir de la matrice 2 (les items de la matrice 1 seront considérés comme « non-appris »). Lors du post-test, si

l'enfant réussit à lire uniquement les syllabes apprises, nous pourrions conclure à un effet de l'entraînement mais s'il arrive à décoder l'ensemble des syllabes, alors il aura compris le principe alphabétique et entrera dans la lecture.

Pour le groupe « syllabe », chaque séance commence par la présentation d'une syllabe cible en montrant une image représentant un concept (ex : ballon). Les enfants doivent la dénommer puis donner la première syllabe de ce mot (ex : BA). On leur montre alors la carte avec la syllabe correspondante écrite en la plaçant à côté de l'image du bateau et en leur demandant de répéter la syllabe pour qu'ils associent bien la syllabe orale, sa transcription et l'image du bateau (concept) à laquelle elle réfère. La deuxième partie de la séance est consacrée à la lecture de syllabes puis en fin de séance, l'apprentissage est généralisé grâce à des activités ludiques.

Le groupe « lettres » suit exactement la même trame de séance avec pour unique changement en début de séance, l'association du mot-image à la première lettre du mot et non la première syllabe. Lorsqu'on présente l'image correspondant à un concept, l'enfant doit alors donner la première lettre composant ce mot ; il s'agira de la lettre cible (e.g pour l'image « fusée », l'enfant devra répondre « f »). S'en suit, comme pour le groupe syllabe, une tâche de lecture de lettres avec l'aide de l'expérimentateur. On insiste sur la production du nom et du son de la lettre lorsque celle-ci est une consonne. Enfin, les notions travaillées pendant la séance seront représentées sous forme de petits jeux, permettant de récapituler les syllabes ou lettres apprises.

Les différents exercices ludiques de généralisation sont détaillés ci-dessous :

- Tâche de lecture : dans un premier temps, l'enfant répète les 4 syllabes ou 4 lettres (nom et son) lues par l'expérimentateur et présentées visuellement sur un chevalet. Dans un deuxième temps, l'enfant essaye de lire de façon autonome.
- Jeu de dé : l'enfant lance un dé sur lequel sont inscrites des lettres ou des syllabes. Il doit ensuite lire la lettre (nom + son) ou la syllabe obtenue pour avancer sur un plateau de jeu
- Jeu de loto : L'expérimentateur énonce oralement une lettre ou une syllabe ; l'enfant doit la retrouver sur une grille de loto. Un exemple est disponible en annexe 10.
- Jeu d'appariement : l'enfant doit retrouver la carte lettre correspondant à la lettre initiale d'un mot présenté de façon imagée (e.g., carte lettre S pour l'image Soleil).
- Jeu du déménageur : l'enfant a devant lui 4 cartes sur lesquelles sont inscrites des syllabes ou des lettres. Il doit lire une carte. L'expérimentateur part alors chercher la syllabe ou la lettre énoncée dans la pièce puis ils vérifient ensemble que les cartes correspondent. Ensuite, les rôles s'inversent et l'expérimentateur lit la carte et c'est à l'enfant d'aller chercher la lettre ou syllabe correspondante.
- Combinatoire : uniquement réalisée pendant la dernière séance, l'enfant va devoir trouver la prononciation d'une syllabe assemblée par l'expérimentateur de manière orale (e.g., « si je prends la lettre F, qui fait le son /f/ et la lettre A qui fait le son /a/, comment ça se lit ? »). A l'inverse, l'expérimentateur donne ensuite oralement une syllabe et l'enfant doit être en mesure de donner les lettres qui la composent.

Le matériel nécessaire aux entraînements et aux pré et post-test se compose donc de cartes images, de cartes syllabes, de cartes lettres et de supports essentiels aux différentes activités (planches de loto, dés). La police utilisée sur les cartes syllabes et lettres est Calibri, en taille 72, avec une typographie en majuscule, de couleur noire sur fond blanc (annexe 10).

# Résultats

## 1. Hypothèses initiales

Lors de la conception de l'étude, nous prévoyions de récolter les données d'environ 20 enfants pour chacun des groupes. Les pré-tests et post-tests avaient pour objectif de comparer les performances et les EEG des enfants avant et après entraînement ainsi que de confronter les données du groupe syllabe et du groupe lettre. L'hypothèse initiale était que les enfants ayant bénéficié de l'entraînement lettres-syllabe obtiendraient de meilleurs résultats aux tests comportementaux que le groupe ayant bénéficié de l'entraînement lettre-phonème dans les tâches de lecture de syllabes et de conscience phonémique au cours du post-test. De plus, nous nous attendrions à observer une plus grande amplitude de la composante N170 aux post-tests pour les séquences de syllabes/consonnes relativement aux séquences de symboles, du fait d'une émergence de spécialisation cérébrale pour le langage écrit suite à un entraînement aux correspondances lettres-sons. Nous nous attendions à ce que cet effet soit plus important pour le groupe ayant bénéficié d'un entraînement lettres-syllabes.

Ces observations concorderaient avec l'hypothèse du pont syllabique selon laquelle la mise en correspondance de l'oral et de l'écrit se ferait d'abord à partir d'unités plus grandes que le phonème, comme la syllabe, disponible précocement. Elle constituerait un intermédiaire et faciliterait l'acquisition des correspondances graphèmes-phonèmes.

En raison du contexte sanitaire et de la difficulté à réaliser des expérimentations dans les écoles, il n'a pas été possible cette année de réaliser des passations auprès d'enfants et de récolter des données. Par conséquent, nous nous appuyerons sur les données récoltées l'année dernière par les 2 étudiants travaillant sur la même problématique pour effectuer notre analyse.

Les 2 sujets inclus dans l'étude l'année précédente font partie du groupe syllabe et nous n'avons malheureusement pas de participant dans le groupe lettre. Je réaliserai donc la comparaison intergroupe à partir de données fictives et hypothétiques, reposant sur les travaux de Vazeux et al. (2020).

## 2. Participant 1

Le premier participant est une fille, âgée de 5 ans et 5 mois de langue maternelle française et de latéralité droitrière. Concernant le niveau socio-culturel, le père de la jeune fille est commerçant et possède un BAC +6 tandis que la maman est également commerçante et détient un BEP. Cette participante a réalisé la matrice 1 du groupe syllabe.

### 2.1 Données comportementales

#### 2.1.1 Pré-test

Les résultats obtenus aux tests comportementaux lors du pré-test sont détaillés dans le tableau ci-dessous (Tableau 1) :

Tâches (groupe syllabe, matrice 1)	Scores
Lecture de lettres et sons des consonnes	12/12
Lecture de syllabes apprises	7/8
Lecture de syllabes non apprises	8/8
Conscience phonologique des syllabes apprises	2/8
Conscience phonologique des syllabes non-apprises	0/8
Conscience phonologique des syllabes autres	0/8

**Tableau 1. Scores de la participante 1 aux tests comportementaux lors du pré-test**

A la tâche de dénomination de lettres, le sujet 1 obtient le score maximal de 12/12 ; la jeune fille connaît le nom des 4 voyelles A, I, O, U ainsi que le nom et le son des 4 consonnes B, F, T, et S présentées.

L'épreuve de lecture de syllabes est également très bien réussie avec un score de 7/8 aux syllabes apprises et de 8/8 aux syllabes non-apprises.

L'épreuve de suppression de phonème final évaluant la conscience phonologique est totalement échouée pour les syllabes non-apprises et les syllabes autres (score de 0/8) et partiellement échouée pour les syllabes apprises (2/8).

En résumé, les résultats obtenus suggèrent que cette participante est déjà lectrice puisqu'elle connaît l'ensemble des lettres et se trouve en mesure de lire des syllabes. Cependant, étant donné que sa conscience phonologique est faible, il est tout de même intéressant de l'inclure dans l'étude.

### 2.1.2 Post-test

Les résultats obtenus à ces mêmes épreuves au post-test sont détaillés dans le tableau ci-dessous (Tableau 2) :

Tâches (groupe syllabe, matrice 1)	Scores
Lecture de lettres et sons des consonnes	12/12
Lecture de syllabes apprises	8/8
Lecture de syllabes non apprises	8/8
Conscience phonologique des syllabes apprises	8/8
Conscience phonologique des syllabes non-apprises	8/8
Conscience phonologique des syllabes autres	6/8

**Tableau 2. Scores de la participante 1 aux tests comportementaux lors du posttest**

L'évaluation est réalisée après les 5 séances d'entraînement.

Le score en lecture de lettres reste identique (12/12).

Elle obtient le score plafond pour l'épreuve de lecture de syllabes ; soit une amélioration d'un point par rapport au pré-test.

L'épreuve de conscience phonologique est particulièrement bien réussie contrairement au pré-test, indiquant une évolution favorable. Le score concernant les syllabes apprises passe de 2/8 à 8/8, celui des syllabes non-apprises passe de 0/8 à 8/8 et celui des syllabes autres progresse de 6 points, passant de 0/8 à 6/8.

On remarque donc un effet positif de l'entraînement sur les compétences de conscience phonologique puisque les résultats au post-test sont meilleurs. De plus, étant donné que l'ensemble des scores a progressé, nous pouvons affirmer qu'il y a eu une généralisation des apprentissages aux syllabes non-apprises et aux syllabes autres, non travaillées lors des entraînements.

## 2.2 Données topographiques EEG

La passation de l'EEG permet de mesurer l'effet de l'entraînement sur l'automatisation du traitement des caractères alphabétiques par rapport à des symboles non familiers en observant la spécialisation cérébrale pour l'écrit du gyrus fusiforme par l'intermédiaire de la composante N170. Il est intéressant de comparer à la fois les données obtenues au pré-test et au post-test ainsi que les données du groupe syllabe relativement à celles du groupe lettre. Tout cela dans le but de voir s'il existe une plus grande amplitude de la composante N170

pour les séquences de lettres/syllabes par rapport aux séquences de symboles en post-test comparativement au pré-test avec un effet majoré pour le groupe syllabe. Cette dernière justifierait d'une plus grande spécialisation cérébrale pour l'écrit suite à un entraînement aux correspondances lettres-sons centré sur l'unité syllabique et confirmerait notre hypothèse principale.

Dans le cadre de notre étude, nous disposons de 2 moyens pour analyser les données d'un EEG. Tout d'abord nous pouvons mesurer l'amplitude de la composante N170 et la comparer entre les différentes conditions. Nous pouvons également étudier les topographies, correspondant à la distribution du voltage sur le scalp aux différents moments de traitement de l'information. On peut par exemple observer la distribution du voltage à l'intervalle correspondant classiquement à la composante N170 et observer les variations des négativités postérieures en fonction de la condition, du moment et du groupe. La couleur rouge traduit une positivité tandis que la couleur bleue atteste d'une négativité. L'intensité des couleurs permet de témoigner de l'intensité du phénomène observé (positivité ou négativité). Les 2 types de mesures décrites ci-dessus pour l'interprétation des EEG sont complémentaires. Cependant, l'analyse des tracés et des amplitudes est plus difficilement réalisable à partir de données de sujets individuels car elles sont moins visibles ; c'est pourquoi nous développerons dans cette partie uniquement une description des topographies.

Dans la littérature, on a démontré que lorsqu'on présente différents stimuli à une personne lectrice, aux alentours de 200ms, la composante N170 va présenter une négativité plus importante pour les stimuli écrits par rapport aux séquences de symboles. Au niveau des topographies, cela se traduit par des négativités postérieures plus importantes pour les stimuli écrits que les symboles.

### 2.2.1 Pré-entraînement

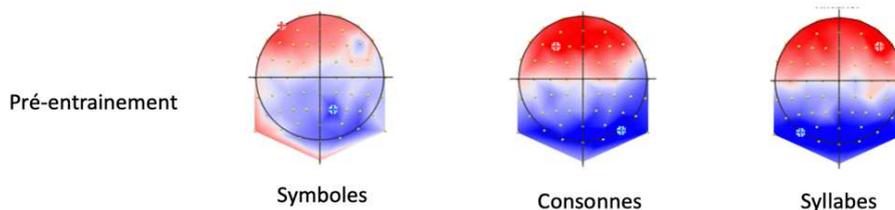


Figure 2. Topographie de la N170 à 250ms du participant 1 au pré-test

Lors du pré-test, on obtient une topographie typique de la composante N170, 250 ms après la présentation des stimuli, avec des négativités postérieures (figure 2). Ces dernières sont plus marquées pour les conditions syllabes et les consonnes que pour la condition symboles.

### 2.2.2 Post-entraînement

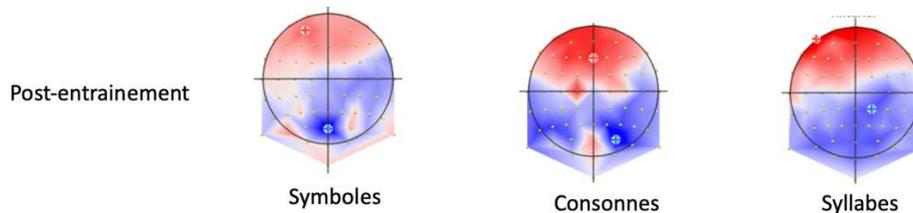


Figure 3. Topographie de la N170 à 250ms du participant 1 au post-test

Au post-test, on remarque que les négativités postérieures sont globalement moins marquées pour les 3 conditions par rapport au pré-test (figure 3). Les négativités postérieures semblent plus importantes dans la condition syllabe par rapport aux 2 autres conditions.

### 3. Participant 2

Le deuxième participant est un garçon de 5 ans et 1 mois, droitier, avec pour langues maternelles le français et le soussou (langue d'Afrique de l'ouest). Concernant le niveau socio-culturel, le père est agent de sécurité et possède un niveau BAC + 2 tandis que la mère est actuellement mère au foyer et a obtenu le BAC. Ce participant a réalisé la matrice 2 de la condition syllabe.

#### 3.1 Données comportementales

##### 3.1.1 Pré-test

Les résultats obtenus par l'enfant aux tests comportementaux lors du pré-test sont décrits dans le tableau ci-dessous (Tableau 3) :

Tâches (groupe syllabe, matrice 1)	Scores
Lecture de lettres et sons des consonnes	12/12
Lecture de syllabes apprises	0/8
Lecture de syllabes non apprises	0/8
Conscience phonologique des syllabes apprises	4/8
Conscience phonologique des syllabes non-apprises	4/8
Conscience phonologique des syllabes autres	7/8

Tableau 3. Scores du participant 2 aux tests comportementaux lors du pré-test

A l'épreuve de lecture de lettres, le garçon obtient le score plafond de 12/12 ; il connaît donc le nom des 4 voyelles A, I, O, U ainsi que le nom et le son des 4 consonnes B, F, T, et S présentées.

Lors de la tâche de lecture de syllabes, il n'est pas en capacité de décoder une seule syllabe et obtient le score nul de 0/16 (syllabes apprises et non-apprises).

Enfin, en conscience phonologique, le sujet obtient un score global de 15/24. Pour les syllabes apprises, il obtient le score de 4/8, de même que pour les syllabes non-apprises. Pour les syllabes autres, il parvient à réaliser la tâche demandée 7 fois sur 8 (score de 7/8).

On remarque, grâce aux résultats obtenus que le participant possède déjà quelques compétences en conscience phonologique mais que la lecture de syllabe est impossible pour le moment.

##### 3.1.2 Post-test

Les résultats obtenus à ces mêmes épreuves au post-test sont détaillés dans le tableau ci-dessous (Tableau 4) :

Tâches (groupe syllabe, matrice 1)	Scores
Lecture de lettres et sons des consonnes	12/12
Lecture de syllabes apprises	5/8
Lecture de syllabes non apprises	0/8
Conscience phonologique des syllabes apprises	8/8
Conscience phonologique des syllabes non-apprises	8/8
Conscience phonologique des syllabes autres	8/8

**Tableau 4. Scores du participant 2 aux tests comportementaux lors du post-test**

Après entraînement, le score en dénomination de lettres reste identique (12/12).

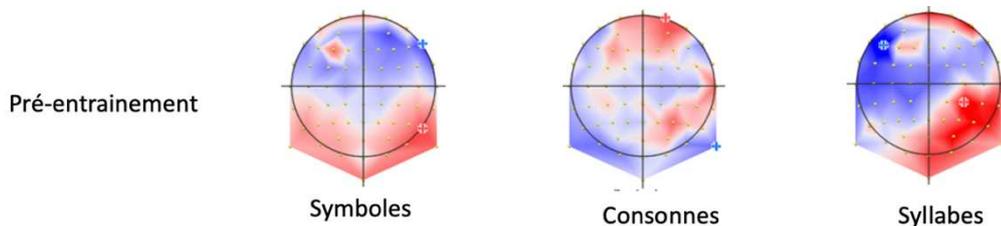
Nous remarquons que les scores ont progressé en lecture de syllabes et en conscience phonologique.

En effet, le score en lecture de syllabes apprises passe de 0/8 à 5/8. En revanche, le score des syllabes non-apprises ne progresse pas ; nous pouvons donc conclure qu'il y a eu un effet bénéfique de l'entraînement sur les syllabes apprises sans généralisation aux syllabes non-apprises et autres.

A l'épreuve de suppression de phonème final, la participante obtient le score plafond de 24/24, avec une amélioration de 9 points comparé au pré-test ; l'entraînement a également permis d'améliorer les compétences de conscience phonologique chez ce jeune garçon.

## 3.2 Données topographiques EEG

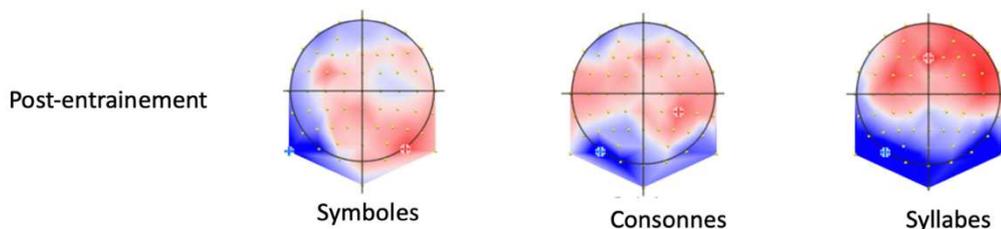
### 3.2.1 Pré-entraînement



**Figure 4. Topographie de la N170 à 250ms du participant 2 au pré-test**

La topographie pré-entraînement (figure 4) révèle une positivité postérieure droite marquée pour la condition syllabes à 250ms et plus légère à droite et à gauche pour la condition symboles. Ces topographies ne correspondent pas à des topographies classiques de la composante N170. En revanche, concernant les consonnes, c'est une négativité postérieure qui prédomine ; nous pouvons dire que cette topographie s'apparente à celle de la N170.

### 3.2.2 Post-entraînement



**Figure 5. Topographie de la N170 à 250ms du participant 2 au post-test**

Après entraînement, la topographie du participant 2 à 250ms (figure 5) montre des négativités postérieures avec un maximum à gauche. Il s'agit d'une topographie typique de la composante N170. L'intensité de la négativité est décroissante en commençant par la condition syllabes, puis consonnes et enfin symboles.

## Discussion

L'objectif général de ce mémoire consiste à comparer l'effet de chaque type d'entraînement (lettres-syllabe ou lettre-phonème) sur l'émergence d'une automatisation du langage écrit auprès d'enfants prélecteurs de 5 ans. Pour cela, nous avons prévu de réaliser des EEG afin de mesurer la spécialisation cérébrale pour l'écrit par l'intermédiaire de la

composante N170. Notre étude s'appuie sur l'hypothèse défendue par Doignon-Camus et Zagar (2013) selon laquelle la syllabe constituerait une unité de transition pertinente pour acquérir le principe alphabétique puisqu'elle permettrait un développement accru de la conscience phonémique.

Les travaux antérieurs (Vazeux, 2020) ont obtenu des résultats montrant que les enfants pré-lecteurs ayant bénéficié d'un entraînement lettres-syllabe amélioreraient leurs performances dans la tâche de lecture de syllabe lors du post-test.

Par conséquent, nous avons émis l'hypothèse concernant notre étude qu'en post-test l'amplitude de la composante N170 augmenterait pour les conditions comprenant des stimuli écrits (i.e., séquences de lettres et séquences de syllabes) par rapport à la condition symbole grâce à l'apprentissage effectué au sein des 2 groupes. Par ailleurs, en référence à l'hypothèse du pont syllabique, les effets observés devraient être plus importants pour le groupe syllabe que pour le groupe phonème en raison de la précocité de disponibilité de l'unité syllabique comparativement à l'unité phonémique.

Concernant les mesures comportementales, les enfants ayant suivi l'entraînement syllabe obtiendraient lors du post-test de meilleurs résultats à l'épreuve de lecture de syllabes, de même que les enfants ayant suivi l'entraînement phonème obtiendraient de meilleurs résultats à l'épreuve de lecture de lettres par un effet spécifique de l'entraînement. L'épreuve de conscience phonologique devrait être mieux réussie par le groupe syllabe, à l'instar de l'étude de Vazeux (2020).

En résumé, les mesures EEG de la composante N170 permettront de mieux saisir l'évolution du processus de spécialisation cérébrale relatif au traitement du langage écrit. Elles permettront également de réaliser une comparaison intergroupe afin de caractériser cette spécialisation selon le type d'entraînement suivi (lettres ou syllabes) et enfin de mettre en parallèle les mesures de spécialisation pour l'écrit (i. e., EEG) avec les mesures comportementales pour approfondir les connaissances théoriques actuelles concernant la naissance du mapping phonologique chez des pré-lecteurs de maternelle. Plus largement, cette étude pourrait permettre de perfectionner les enseignements réalisés en maternelle ainsi que les remédiations orthophoniques. Nous nous appuyerons sur la comparaison des résultats des 2 groupes entre le pré-test et le post-test pour effectuer notre analyse.

Malheureusement, en raison de la situation sanitaire actuelle (COVID 19) évoluant à l'échelle nationale et mondiale, nous n'avons pu réaliser de nouvelles passations auprès d'enfants au cours de cette année et donc récolter de nouvelles données. Ainsi, notre comparaison intergroupe se fera à partir des données récoltées par nos prédécesseurs concernant 2 enfants sélectionnés dans le groupe syllabe et de données hypothétiques pour le groupe lettre. En conclusion, nous ne pouvons confirmer ou infirmer notre hypothèse de base par manque de données réelles.

## **1. Interprétation des résultats obtenus**

### **1.1 Performances à l'épreuve de lecture de syllabes**

Les résultats obtenus par les 2 participants au post-test à l'épreuve de lecture de syllabes sont très satisfaisants. Cependant, le participant 1 avait déjà de très bons résultats initialement (7/8 pour les syllabes apprises et 8/8 pour les syllabes non-apprises lors du pré-test). Il sera donc impossible de montrer un éventuel effet de l'entraînement pour cette participante. Nous l'avons cependant maintenue dans l'étude car ses résultats en conscience du phonème étaient faibles.

Le participant 2 quant à lui, a réalisé une nette amélioration entre le pré-test et le post-test pour les syllabes entraînées avec un score initial de 0/8 et un score en post-test de 5/8. Nous pouvons donc en conclure qu'un entraînement basé sur l'apprentissage de syllabes permet une amélioration des compétences en lecture de syllabes. Cet effet avait déjà été

observé dans l'étude de Vazeux (2020) pour le groupe syllabe en lecture de syllabes et pour le groupe lettre en lecture de lettres. Cela montre bien qu'un entraînement spécifique, reposant sur le travail d'une seule compétence permet d'améliorer cette même compétence.

Si l'on suit l'argument avancé précédemment, alors les performances des enfants du groupe lettre dans la tâche de lecture de syllabes ne devraient pas s'améliorer au post-test ou alors pourrait s'améliorer mais dans une moindre mesure car la compétence de lecture de syllabes n'a pas été travaillée avec ces enfants. Or, les résultats de l'étude de Vazeux (2020) montrent que les 2 groupes progressent en lecture de syllabes après avoir bénéficié de l'entraînement mais que l'amélioration du groupe syllabe est plus conséquente que celle du groupe lettre. Nous ne pouvons, malheureusement apporter davantage d'informations sur cette comparaison par manque de données dans le groupe lettre.

En revanche, le score du participant 2 en lecture de syllabes non-entraînées n'a pas progressé. Nous pouvons émettre l'hypothèse que l'enfant n'a pas transféré la procédure de décodage des syllabes aux syllabes non-apprises et par conséquent, nous n'observons pas de généralisation des apprentissages. Cependant, pour pouvoir avancer cet argument, cela nécessiterait un nombre conséquent de participants pour lesquels ce phénomène s'observe, dans le but d'en tirer des conclusions qui contiendraient davantage de fiabilité.

## **1.2 Performances à l'épreuve de suppression phonémique**

Concernant la tâche de conscience phonologique, les 2 participants ont progressé largement au cours du temps. En effet, lors du pré-test, le sujet 1 obtient des scores très faibles à l'épreuve de suppression phonémique (2/24) attestant d'un niveau de conscience phonémique faible. Comparativement, le sujet 2 possède quant à lui un niveau de base relativement bon et obtient la moyenne pour les syllabes apprises et non-apprises (4/8) et la note de 7/8 pour les syllabes autres.

Lors du post-test, à cette même épreuve, le sujet 1 améliore sa performance de 20 points et obtient le score de 22/24 au même titre que le sujet 2 qui ne commet aucune erreur et obtient le score plafond de 24/24.

Au-delà de cette augmentation quantitative des scores, nous remarquons également que l'ensemble des sous-catégories de conscience phonologique est concerné par cette progression à savoir les syllabes apprises mais également les syllabes non-apprises et les syllabes autres.

Compte tenu des résultats observés chez les 2 participants, nous pouvons attester d'un effet bénéfique de l'entraînement sur les compétences générales de conscience phonémique pour le groupe syllabe. De plus, nous pouvons parler d'un effet de transfert de la procédure aux syllabes non-apprises et donc de généralisation des apprentissages.

En ce qui concerne le groupe lettre, l'étude de Vazeux et al. (2020) montre que les enfants appartenant à ce groupe progressent également en conscience phonologique entre T1 et T3 avec un gain moyen de 30% sur les performances générales de suppression de phonème final (comprenant les 3 sous-catégories). Nous pouvons donc avancer que probablement, si nous avions eu des participants dans le groupe lettre, ils auraient également suivi cette même progression.

L'effet du facteur « temps » retrouvé dans l'étude de Vazeux et al. (2020) est majeur pour les 2 groupes sur les scores de conscience phonémique et les résultats observés chez les enfants du groupe syllabe sont sensiblement meilleurs que ceux du groupe lettre. Nous pouvons alors nous demander si un type d'entraînement favoriserait davantage le développement des compétences en conscience phonologique ? Les études statistiques réalisées relèvent une interaction entre les facteurs « temps » et « groupe » significative entre T1 et T2, indiquant une meilleure progression du groupe syllabe comparativement au groupe lettre dans l'épreuve de conscience phonémique.

Cet argument ainsi que les conclusions de notre étude de référence semblent confirmer notre hypothèse initiale et celle du pont syllabique ; à savoir qu'un entraînement reposant sur

une unité de taille moyenne comme la syllabe permettrait de développer davantage la conscience phonologique et de constituer un intermédiaire dans le processus d'acquisition de la conscience phonémique.

### **1.3 Analyse des résultats en fonction des profils d'enfants décrits par Vazeux (2020) selon leurs compétences initiales**

L'étude de Vazeux et al. (2020) compte 222 enfants âgés en moyenne de 5 ans et 4 mois. Ils ont été répartis de façon égale dans les 2 groupes en tenant compte du statut socio-économique des parents. Des épreuves de lecture de lettres, lecture de syllabes et de conscience phonémique ont été administrées aux enfants à différents moments (T1 = pré-test, T2 et T3 = post-test). Seule l'épreuve de conscience phonémique a été proposée à T2. Suite aux résultats, obtenus, 4 profils d'enfants ont été dressés en fonction de leurs compétences initiales. Les enfants étaient jugés comme ayant de bonnes compétences si leur score était supérieur à la moyenne et comme ayant de mauvaises compétences si leur score était inférieur à la moyenne. Les profils comprenaient des enfants avec un mauvais niveau en conscience phonémique et en connaissance des lettres (sous-groupe 1), des enfants avec un niveau faible en conscience phonémique mais élevé en connaissance des lettres (sous-groupe 2), des sujets bons en conscience phonémique mais mauvais en connaissance des lettres (sous-groupe 3) et enfin des enfants bons dans les 2 domaines (sous-groupe 4). Il en ressort principalement, des progrès plus importants pour le groupe syllabe que le groupe lettres entre T1 et T2 mais pas entre T2 et T3. Ce résultat prouve que les progrès les plus importants en matière de conscience phonémique étaient dus à l'apprentissage des CGP médiées par les unités syllabiques. Il est intéressant de constater que les enfants pour lesquels on remarque la meilleure progression avaient tous une bonne connaissance des lettres initialement alors qu'on ne note pas de progrès significatif dans les 2 groupes (lettres et syllabes) chez les enfants ayant une connaissance des lettres faible initialement.

Concernant les résultats de notre étude, nous allons les analyser en fonction des profils d'enfants décrits dans l'article de Vazeux. Notre participant 1 a obtenu des résultats élevés en connaissances des lettres mais faibles en conscience phonémique lors du pré-test. Il entre donc dans le sous-groupe n°2. Il a cependant obtenu un score élevé dans l'épreuve de lecture de syllabes. Au même titre que le participant 1, le sujet 2 a obtenu de bons résultats en lecture de lettres mais de mauvais résultats en conscience phonémique. Il fait également parti du sous-groupe n°2. En revanche, ce qui le différencie de son prédécesseur c'est son faible score en lecture de syllabes. En somme, si l'on regarde les résultats des 2 enfants au post-test, on peut constater de nets progrès réalisés dans la tâche de conscience phonémique, confortant les résultats obtenus dans l'étude de Vazeux et al. (2020). Cela nous amène à penser que la connaissance des lettres serait un prérequis indispensable pour tirer un bénéfice de l'entraînement phonologique reposant sur la syllabe. Ainsi, les enfants développeraient dans un premier temps la connaissance des noms des lettres et ensuite cela leur permettrait d'accéder à la correspondance entre les lettres et les sons composant les syllabes disponibles pour l'enfant et par conséquent développer leur conscience phonémique.

### **1.4 Analyse de la composante N170 et hypothèses formulées**

Si l'on se concentre dorénavant sur les données EEG, nous remarquons que la topographie de la première participante lors du pré-test est typique de la composante N170 puisqu'elle comporte des négativités postérieures. De plus, il est intéressant de noter que la participante semble présenter déjà des différences apparentes entre les conditions lettres et syllabes comparativement à la condition symbole. En effet, les négativités sont plus marquées pour les 2 premières conditions que pour la dernière, attestant de l'émergence d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit. Au post-test, nous observons une réduction des négativités postérieures pour les 3 conditions. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la

participante étant déjà lectrice, l'entraînement a pu potentiellement accroître sa sensibilité aux stimuli écrits et par conséquent réduire les négativités postérieures lors du post-test. Cet effet est décrit par Maurer et collaborateurs dans leur étude de 2006. Étant donné les résultats obtenus aux tests comportementaux (scores élevés aux épreuves de connaissances des lettres et de lecture de syllabes) ainsi que la topographie obtenue lors du pré-test, il paraît difficile sur la base de ces données de conclure à un potentiel effet de l'entraînement sur la spécialisation cérébrale pour l'écrit.

En revanche, la topographie du deuxième participant lors du pré-test révèle des positivités prégnantes sur l'hémisphère droit pour les conditions syllabes et plus légères pour les conditions symboles ; il s'agit d'une topographie attendue pour un enfant pré-lecteur de 5 ans, attestant de l'absence de spécialisation cérébrale pour l'écrit. Après entraînement, les nouvelles topographies montrent des négativités postérieures avec un maximum situé sur l'hémisphère gauche. Elles concernent les conditions consonnes et syllabes mais pas la condition symbole. Ces résultats marquent l'effet de l'entraînement et suggèrent l'émergence d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit après l'entraînement lettres-syllabe. Cela entre en faveur de nos hypothèses de référence selon lesquelles un entraînement reposant sur l'unité syllabique génère une spécialisation cérébrale pour l'écrit.

Dans l'étude de Brem (2010) dans laquelle des enfants de maternelle ont suivi soit un entraînement basé sur des correspondances graphème-phonème à partir du jeu Graphogame (GG) soit un entraînement non-linguistique basé sur la connaissance des nombres (NC), il en ressort l'émergence d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit après l'entraînement GG et pas après l'entraînement NC. Cela montre qu'un entraînement aux CGP reposant sur le phonème favorise le développement d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit. Dans notre étude, nous suggérons que nous pouvons obtenir des résultats similaires à partir d'un entraînement centré sur l'unité syllabique. Malheureusement, en raison de l'absence de données exploitables dans le groupe lettre, nous n'avons pas pu réaliser de comparaison intergroupe (lettre/syllabe). Cela nous aurait permis potentiellement d'attester d'une meilleure spécialisation cérébrale chez les enfants ayant suivi l'entraînement syllabe par rapport à phonème.

Néanmoins, nous pouvons émettre certaines hypothèses en nous basant sur l'étude de Vazeux et al. (2020), similaire à la nôtre. En effet, les résultats obtenus par Vazeux et al montrent que l'entraînement aux correspondances lettres-sons permettrait d'aboutir à de meilleures compétences en CGP dans le groupe syllabe que dans le groupe phonème. Comme d'après la théorie du mapping phonologique, l'apprentissage des CGP sont à l'origine de la spécialisation cérébrale, nous pouvons suggérer qu'il en serait de même pour notre étude car nos programmes d'entraînement se ressemblent fortement et notre population de référence est identique. Par conséquent nous devrions observer les mêmes résultats lors du post-test, ce qui confirmerait notre hypothèse initiale, à savoir qu'un entraînement reposant sur l'unité syllabique serait vecteur d'une meilleure spécialisation cérébrale pour l'écrit qu'un entraînement reposant sur l'unité phonémique.

## **2. Limites de l'étude**

Notre étude présente quelques limites. Certaines lui sont inhérentes et d'autres sont directement liées au contexte global de pandémie mondiale (COVID 19) qui touche la France depuis 2020. Nous détaillerons dans un premier temps celles liées à la crise sanitaire et dans un deuxième temps, celles liées à la méthodologie de l'étude.

### **2.1 Limites liées à la situation sanitaire (COVID 19)**

Tout d'abord, la pandémie mondiale provoquée par le coronavirus a largement contraint la recherche et les études scientifiques en France. La crise sanitaire et l'instauration de normes coercitives (port du masque obligatoire, distanciation sociale...) qui en ont

découlées ont directement impacté notre étude étant donné son caractère interventionnel (réalisation d'EEG et d'entraînements ciblés auprès de jeunes enfants).

En conséquence, la crise sanitaire a radicalement bouleversé notre organisation initiale. L'ensemble du rétroplanning que nous avons fixé au départ en septembre 2021 a été largement modifié et nous avons été bloquées au point initial du processus, à savoir la récolte de données exploitables auprès d'enfants. Les multiples vagues de contamination rendaient la prévisibilité sur le long terme impossible ; le recrutement étant systématiquement reporté.

En février 2022, nous avons pris la décision de ne pas relancer d'expérimentations cette année étant donné que nous disposions d'un intervalle de temps très limité pour réaliser les 3 étapes de l'étude (pré-test, entraînement et post-test), l'interprétation des données et la rédaction du mémoire.

Nous nous sommes donc appuyées sur les données de 2 enfants récoltées l'année dernière par les étudiants également en charge de ce mémoire en réalisant notre analyse personnelle.

Par conséquent, nous ne pouvons confirmer ou infirmer notre hypothèse initiale.

## **2.2 Limites liées à la méthodologie de l'étude**

Nous allons maintenant traiter des limites endogènes à l'étude.

En premier lieu, nous pouvons discuter de la taille de l'échantillon. En effet, notre panel d'enfants se compose de seulement 2 participants. Nous savons que la puissance statistique progresse fortement lorsque le nombre de données sur lesquelles nous nous appuyons est important (Cucherat, 2009). Dans la même idée, plus le nombre de sujets est important et plus l'intervalle de confiance dans lequel se trouve la vraie valeur que l'on souhaite mesurer sera réduit. En conséquence, les résultats que nous avons obtenus ainsi que les analyses qui ont été faites ne sont interprétables qu'à une échelle individuelle et il est impossible d'extrapoler ces résultats à un degré supérieur par manque de données exploitables et de calculs statistiques. De plus, les données d'amplitude extraites à partir des tracés sont moins visibles lorsqu'il s'agit de sujets individuels et non pas d'une cohorte de sujets c'est pourquoi leur analyse est plus difficilement réalisable.

En deuxième lieu, les 2 sujets sélectionnés pour réaliser l'étude ont été répartis aléatoirement dans le même groupe, à savoir le groupe syllabe. Il n'a donc pas été possible de réaliser de comparaison intergroupe à partir de données réelles pareillement à l'étude de Vazeux et al. (2020), par manque de sujets dans l'autre groupe. Nous avons dû par conséquent entreprendre une comparaison hypothétique à partir de données fictives pour le groupe lettres.

Aussi, les 2 enfants inclus dans l'étude présentaient un profil différent : l'un avait un bon niveau en lecture de syllabes mais pas en conscience phonologique tandis que l'autre avait le profil inverse, à savoir un bon niveau en conscience phonologique mais pas en lecture de syllabes. En théorie, la variété de profils est plutôt bénéfique pour l'étude car cela permet de voir si l'entraînement suivi est profitable à des enfants aux profils de départ différents. Concrètement, il est possible de créer des sous-groupes par profil à l'intérieur des groupes initiaux (syllabes et lettres). En revanche, si l'on relie ce phénomène à la taille de l'échantillon ; il sera à nouveau difficile d'avancer des arguments généraux selon le type de profil en raison du nombre trop faible de sujets présents dans chacun des groupes.

Une autre limite de l'étude réside dans ses différents biais. En effet, notre étude porte sur le langage écrit et sur l'apprentissage d'un code. Les compétences sollicitées pour réaliser la tâche de CGP sont très inégales entre les enfants à l'entrée en maternelle. Effectivement, les classes réunissent « des élèves d'horizons sociaux divers dont les ressources (familiales, langagières, scripturales, cognitives, culturelles, etc.) mobilisables au profit des activités scolaires s'avèrent très différentes » (Cayouette-Remblière, 2016). Cela se traduit de façon quantitative dans les résultats des évaluations de CP. « Un tiers des élèves issus d'un milieu défavorisé (ouvriers et inactifs) font partie des 10% d'élèves ayant eu le moins bon score aux évaluations ». En d'autres termes, certains enfants de maternelle ont pu, de par leurs

expériences personnelles, avoir déjà été confrontés au langage écrit et avoir déjà développé une sensibilité à ses caractères. Ce phénomène a été retrouvé dans d'autres études (Ecalte et al., 2006 ; Maurer et al., 2006 ; Vazeux et al., 2020). Habituellement, les enfants déjà lecteurs sont exclus de l'étude. Cependant, les enfants inclus ne partent pas du même niveau initial de compétences et ne possèdent pas les mêmes capacités. Cela explique en partie la diversité des profils d'enfants retrouvée lors des pré-tests. Afin de limiter ce biais social et culturel, il serait intéressant, comme nous l'avons suggéré plus tôt de diviser les enfants appartenant à un même groupe (ex : syllabe) en différents sous-groupes selon le profil initial ou alors de recruter des enfants plus jeunes (à partir de la moyenne section de maternelle), pour limiter les inégalités d'exposition. Une dernière solution pourrait être de mieux définir le critère « déjà lecteur » dans le recrutement afin de réduire le risque d'administrer le pré-test à un enfant déjà lecteur. Depuis l'année dernière, un score seuil a été fixé pour l'épreuve de lecture de syllabes ; l'enfant ne doit pas obtenir un score égal ou supérieur à 8/16 au pré-test. Dans le cas contraire, il est alors exclu de l'étude. Cela évite notamment de se référer uniquement à la topographie obtenue lors du pré-test (seul critère initialement prévu permettant d'exclure les potentiels participants) et d'ajouter ce nouvel élément, minimisant l'exclusion d'un trop grand nombre d'enfants a posteriori uniquement en raison d'une topographie typique de N170. Lors du pré-test, nous mesurons également le niveau socio-économique des parents qui constitue un critère d'appariement entre les groupes dans le but de réduire l'influence des inégalités sociales sur l'efficacité de l'entraînement.

Cependant, malgré les critères mis en place et pour toutes les raisons citées précédemment, notamment le biais social, il est difficile de mettre en évidence un réel effet de l'entraînement puisque d'autres composantes interviennent dans le développement de la spécialisation cérébrale pour l'écrit. Une idée potentiellement intéressante serait de créer un troisième groupe, constituant un groupe contrôle qui bénéficierait d'un entraînement d'une toute autre compétence que celle en lien avec le développement des capacités de lecture ou de conscience phonologique. Il pourrait s'agir d'un entraînement portant sur des compétences visuo-spatiales par exemples ou encore attentionnelles. Le but étant d'isoler l'effet de l'entraînement de l'effet placebo.

Un autre biais peut également être introduit si lors des séances d'entraînement, l'enfant change d'expérimentateur fréquemment. L'idéal serait que le sujet garde le même expérimentateur tout au long de la phase d'entraînement et y compris pendant les phases de pré-test et de post-test afin d'éviter l'introduction de certains biais (variations provenant des différences interindividuelles entre les expérimentateurs pouvant influencer sur l'effet de l'entraînement).

Enfin, les EEG réalisés pourraient être complétés d'IRMf (Imagerie à Résonance Magnétique fonctionnelle) car ces 2 examens sont complémentaires afin d'obtenir une bonne localisation spatiale et temporelle.

### **3. Apport de l'étude pour la pratique orthophonique**

#### **3.1 L'orthophonie**

« La pratique de l'orthophonie comporte la promotion de la santé, la prévention, le bilan orthophonique et le traitement des troubles de la communication, du langage dans toutes ses dimensions, de la cognition mathématique, de la parole, de la voix et des fonctions oro-myo-faciales. » (article L4341-1 du code de la santé publique, 28 avril 2021).

En résumé, l'orthophonie est une profession de santé aux champs d'actions très vastes et à la patientèle variée. Lorsque l'orthophoniste travaille en libéral, ces différents traitements sont recensés en actes orthophoniques par la NGAP (Nomenclature Générale des Actes Professionnels). A titre d'exemples, il peut s'agir de « rééducation des troubles de l'articulation », « rééducation des troubles de la déglutition » ou encore « rééducation des

troubles du graphisme et de l'écriture » (Nomenclature Générale des Actes Professionnels : Actes d'orthophonie : Titre IV – Chapitre II – article 2). Les orthophonistes prennent également en charge les troubles de la communication et du langage écrit parmi lesquels s'inclue la dyslexie.

La dyslexie appartient à la grande famille des troubles spécifiques des apprentissages définis par le DSM-5 comme étant caractérisée par une « difficulté à apprendre et à utiliser les aptitudes académiques, comme indiqué par la présence d'au moins un des symptômes suivants, qui ont persisté depuis au moins 6 mois en dépit d'interventions ciblées :

- Lecture de mots inexacte, lente ou laborieuse
- Difficulté à comprendre la signification de ce qui est lu (même si lu correctement)
- Difficulté d'orthographe (spelling) : ajout, omission de lettres
- Difficulté dans l'expression écrite : erreurs de ponctuation/grammaticales, défaut d'organisation des paragraphes, manque de clarté de l'expression des idées
- Difficulté à maîtriser le sens des nombres, les faits numériques ou le calcul
- Difficulté dans le raisonnement mathématique : appliquer des concepts ou des faits dans la résolution de problèmes.

Les compétences scolaires sont significativement en-dessous de celles attendus pour l'âge et les difficultés interfèrent significativement avec les performances académiques ou les occupations. Les symptômes commencent durant les années d'école mais peuvent n'être manifestes que dès lors que les demandes excèdent les capacités limitées de l'individu. Ces difficultés ne sont pas mieux expliquées par une déficience intellectuelle, une acuité auditive ou visuelle non corrigée, d'autres troubles neurologiques ou mentaux, une adversité psychosociale, un manque de maîtrise de la langue de l'enseignement scolaire ou un enseignement pédagogique inadéquat » (American Psychiatric Association, 2015).

Lyon et collaborateurs en 2003 définissent la dyslexie comme étant « un trouble de l'apprentissage dont les origines sont neurobiologiques. Elle est caractérisée par des difficultés dans la reconnaissance exacte et/ou fluente de mots ainsi que par une orthographe des mots (spelling) et des capacités de décodage limitées. Ces difficultés résultent typiquement d'un déficit dans la composante phonologique du langage qui est souvent inattendu par rapport aux autres capacités cognitives de l'enfant et à l'enseignement dispensé dans sa classe. Les conséquences secondaires peuvent inclure des problèmes dans la compréhension en lecture. Cela peut entraîner une expérience réduite dans la lecture qui pourrait empêcher la croissance du vocabulaire de l'enfant et ses connaissances générales ». La prévalence de la dyslexie est comprise entre 6 et 8,5% en France et entre 2,3 et 9,7% en Grande-Bretagne (INSERM, 2007).

Dans la littérature, la théorie majoritaire explicative de la dyslexie est la théorie phonologique (INSERM, 2007). Les chercheurs ayant réalisé des études auprès d'enfants dyslexiques, concluent pour la grande majorité à un déficit des compétences phonologiques au premier plan (Rack et al, 1992 ; Van Ijzendoorn & Bus, 1994). L'épreuve de lecture de pseudo-mots est classiquement échouée et cela de façon massive car cette tâche sollicite grandement et uniquement les compétences de décodage grapho-phonémique, par définition altérées chez les personnes dyslexiques. Plus précisément, la théorie phonologique expliquerait les difficultés sévères de mise en correspondance des lettres et des sons par un déficit spécifique des habiletés cognitives relatives à la mémorisation et au traitement phonologique, à savoir la conscience phonologique, la mémoire de travail et la mémoire à court terme auditivo-verbale (Lyon et al, 2003). Effectivement, la lecture consiste dans un premier temps à mettre en correspondance des unités sub-lexicales comme les graphèmes avec les unités concordantes de l'oral, les phonèmes. Cette tâche sollicite grandement la conscience phonologique. Dans un deuxième temps, il est nécessaire de les unir pour former des mots. Cette tâche fait intervenir la mémoire à court terme auditivo-verbale et la mémoire de travail pour pouvoir opérer un traitement de ces unités. L'altération des compétences phonologiques ainsi que les compétences cognitives associés est à l'origine des symptômes

décrits plus haut dans la définition du DSM5 et observés par les différentes personnes gravitant autour de l'enfant dyslexique (i.e lecture de mots inexacte, lente ou laborieuse).

Notre étude utilise différentes unités phonologiques dont le phonème et la syllabe. Dans la dyslexie, nous savons qu'il existe une altération de la spécialisation cérébrale pour l'écrit en raison de difficulté d'acquisition des CGP (Mahé, 2013). Nous pouvons faire l'hypothèse qu'une acquisition des CGP non basée sur le phonème mais sur la syllabe pourrait favoriser la spécialisation cérébrale pour l'écrit dans la dyslexie. Nous avons précédemment décrit la dyslexie en précisant ses origines cognitives et sa symptomatologie ; nous allons maintenant nous attacher à sa prise en charge et plus précisément les recommandations de l'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) en orthophonie.

### **3.2 Recommandations de l'INSERM concernant la dyslexie**

Notre étude porte sur l'unité phonologique la plus pertinente pour l'apprentissage des CGP. Les résultats peuvent avoir un impact sur les méthodes d'apprentissage de la lecture et de remédiation actuelles.

Dans son rapport de 2007, l'INSERM émet des recommandations à propos des méthodes de rééducation de la dyslexie. Ces recommandations sont basées sur des critères scientifiques définis, permettant d'évaluer leur efficacité à partir des données de la littérature disponibles. Les rééducations de type orthophonique sont citées prioritairement par l'INSERM dans leurs recommandations. Ces dernières dépeignent les caractéristiques principales de la prise en charge orthophonique de la dyslexie qui sont préconisées, à savoir :

- Un entraînement des capacités phonologiques de l'enfant
- Une rééducation de la lecture avec des méthodes souvent différentes de celles possibles en classe
- Et la mise en place de stratégies de compensation pour permettre à l'enfant de contourner les déficits identifiés

Concernant le début de la prise en charge, l'INSERM recommande de l'initier dès la maternelle si l'enfant est à risque de développer une dyslexie. Concrètement il s'agit des enfants avec un trouble du langage oral, de faibles compétences phonologiques et des antécédents familiaux de dyslexie. La prise en soin peut commencer au début du CP pour les enfants ayant un trouble du langage oral persistant et à la fin du CP si ce sont de faibles décodeurs.

Ensuite, des recommandations plus spécifiques sont formulées. Celles-ci précisent les conditions générales de la prise en charge et les compétences entraînées grâce à la réalisation de tâches spécifiques. Elles sont détaillées ci-dessous :

- Les entraînements consisteront en un travail spécifique, intensif et explicite
- Portant d'une part sur les relations graphème-phonème au sein de tâches de synthèse (des unités grapho-phonémiques au mot), et de tâches d'analyse (du mot aux unités grapho-phonémiques) et d'autre part sur les facultés d'analyse, de discrimination et de fusion phonémique
- Un entraînement quotidien et d'une durée de 30 min à 1h est préconisé, de façon individualisée ou en petits groupes de même niveau de lecture
- L'évaluation des bénéfices de l'entraînement est à réaliser au bout de quelques mois

Les résultats des études effectuées et ayant suivi ces recommandations montrent un effet bénéfique sur l'automatisation et la reconnaissance des mots écrits ainsi que la compréhension de texte et également dans une moindre mesure sur l'orthographe (INSERM, 2007).

L'étude de Vazeux et al. (2020) sur laquelle repose notre travail retrouve l'effet positif d'un entraînement spécifique et ciblé sur les compétences à travailler. A notre échelle, l'étude individuelle de nos 2 participants révèle également un effet direct de l'entraînement sur les capacités exercées avec des résultats améliorés au post-test pour l'épreuve de lecture de syllabes pour le groupe syllabe et de lecture de lettres pour le groupe lettre.

### 3.3 En pratique

Actuellement, il existe une grande variabilité des pratiques orthophoniques observées sur le terrain qui sont le fruit de courants de pensées théoriques et empiriques différents. (Casalis et al, 2018). Selon l'orientation du courant de pensée (plutôt pédagogique, cognitif, psychoaffectif etc...), les visions de la linguistique seront différentes et les postulats de base également. En conséquence, les remédiations apportés aux personnes dyslexiques divergeront selon les considérations apportées à la dyslexie. A cela s'ajoute également l'expérience du clinicien qui influence de la même manière l'orientation de ses prises en charge. Cependant, 2 courants de pensée semblent prévaloir dans la rééducation des troubles sévères et persistants de la lecture : l'approche reposant sur le modèle à double voie (Coltheart et Harris, 2001), qui se concentre sur les processus cognitifs sous-jacents sollicités lors d'une tâche de lecture et l'approche plutôt langagière, qui s'attarde plutôt sur des méthodes psychopédagogiques d'acquisition de la lecture. Nous proposerons des solutions davantage en accord avec le courant de pensée se fondant sur le modèle à double voie en rééduquant spécifiquement les processus cognitifs sous-jacents, c'est-à-dire les compétences phonologiques et la mémoire à court terme auditivo-verbale.

Dans un premier temps, selon les données de la littérature, il est donc nécessaire de développer les compétences en conscience phonologique de l'enfant. Mais pour cela, l'INSERM recommande de travailler prioritairement la conscience syllabique à travers des tâches de comparaison, découpage, manipulation de syllabes si la conscience syllabique est déficitaire. Cet argument va dans le sens de l'hypothèse du pont syllabique décrite plus tôt et des résultats de notre étude. Afin d'optimiser les bénéfices du travail métaphonologique réalisé, il est important de proposer des exercices sur les 2 modalités, orale et écrite afin de consolider les liens entre les 2. L'étude de Ehri et collaborateurs en 2001 le prouve avec des résultats améliorés lorsque les 2 modalités sont sollicitées simultanément comparativement à un entraînement portant uniquement sur la modalité orale. Dans un deuxième temps, sera travaillée la conscience phonémique par l'intermédiaire de tâches de repérage, d'identification et de manipulation de sons. Ce travail suivra une progression croissante et débutera par un entraînement sur des syllabes simples avec une structure consonne-voyelle (CV) ou voyelle-consonne (VC) puis sur des syllabes plus complexes de types CCV ou CVC.

Nous savons que le trouble phonologique est inhérent à la dyslexie ; c'est pourquoi il pourrait être intéressant de coupler l'information phonologique avec d'autres modalités telles que les modalités visuelle, kinesthésique ou haptique, favorisant la multimodalité. Concrètement, dans le cadre du travail en conscience phonologique, cela pourrait se traduire par exemple en transposition écrite par l'utilisation de lettres mobiles sollicitant la modalité haptique. Les gestes de Borel-Maisonny peuvent constituer un support visuel adéquat pour l'apprentissage des correspondances graphème-phonème. En résumé, le fait d'engager différentes modalités à travers des supports visuels, kinesthésiques ou haptiques permet à l'enfant de mieux intégrer les liens entre l'oral et l'écrit.

Si l'on se réfère aux recommandations de l'INSERM, cette dernière indique également que la prise en charge des personnes dyslexiques doit se faire avec des méthodes autres que celles travaillées à l'école. Nous basculons alors plutôt dans l'approche langagière qui se concentre sur des méthodes psychopédagogiques d'acquisition de la lecture. En effet, actuellement l'apprentissage de la lecture en CP s'appuie sur la méthode phonique, constitué d'un apprentissage explicite des règles de CGP sollicitant très fortement les compétences phonologiques et plus précisément phonémiques. Elle s'appuie sur un modèle ascendant (bottom-up) de reconnaissance de petites unités du langage (graphèmes) qui, par associations, forment des mots et mènent à l'identification de phrases et de textes. Cependant, l'altération des compétences phonologiques chez les personnes dyslexiques entravent grandement l'apprentissage des CGP selon la méthode en vigueur. Le passage par l'unité syllabique pourrait constituer un moyen alternatif et intermédiaire d'acquisition des CGP.

Ganier-Lasek publie en 2002 un livre sur la méthode de lecture par imprégnation syllabique. Il s'agit d'une méthode de lecture destinée à construire la voie d'assemblage chez l'enfant dysphasique, dyslexique ou tout autre enfant rencontrant des difficultés dans la construction de la voie d'assemblage selon le modèle à double voie de Coltheart (2001). Elle suit une progression et part de l'unité syllabique pour arriver à la lecture de phrases. Les premières séances sont composées de décodage de syllabes simples de type « ré » ou « po » permettant la constitution d'un stock de syllabes encodées en mémoire à long terme. Dans l'étude de Doignon et Zagar (2006), ils font l'hypothèse que les enfants dyslexiques s'appuient préférentiellement sur les régularités orthographiques pour établir une association avec les syllabes écrites et les productions orales. Les premières séances du programme sont donc constituées d'un apprentissage par cœur des syllabes de la langue française qui pourront être regroupées dans des tableaux d'imprégnation syllabique. Puis, par la suite, des mots sont présentés à l'enfant avec un découpage en syllabes, mises en évidence par des couleurs différentes. L'objectif est de faciliter la perception de la séparation syllabique à l'intérieur du mot. L'un des avantages incontestables de cette méthode est qu'il diminue les sollicitations de la mémoire à court terme en raison du nombre réduit d'unités à retenir et à fusionner pour former un mot. Par exemple, pour lire le mot chapeau, l'enfant n'aura à retenir que 2 unités : [ʃa] et [po] au lieu de 4 phonèmes : ʃ, a, p, o. De plus, le fait de réduire le nombre d'unités à retenir permet d'accéder plus facilement à l'unité du mot et l'accès au sens s'en trouve facilité. En outre, cette méthode remplit le critère d'intensité de la rééducation de l'INSERM car les syllabes apprises en séance pourront être retravaillées à la maison quotidiennement afin de consolider les apprentissages.

## Conclusion

La lecture constitue un apprentissage indispensable permettant une autonomie et une intégration en société. Elle repose sur le principe alphabétique de mise en correspondance de l'écrit et de l'oral par l'intermédiaire des graphèmes et des phonèmes. Son acquisition est également influencée par certains prérequis tels que la connaissance du nom et du son des lettres ainsi que la conscience phonologique. Cette tâche de lecture sollicite largement une région cérébrale appelée le gyrus fusiforme qui est situé dans le cortex occipito-temporal. A l'école, la méthode recommandée et privilégiée pour l'apprentissage de la lecture est la méthode phonique, s'appuyant très largement sur l'unité phonémique. Or, nous savons que la syllabe est une unité perçue automatiquement par les enfants et qu'elle est disponible de façon plus précoce que le phonème. La syllabe constitue de ce fait une unité intermédiaire et facilitatrice dans l'établissement des CGP.

Notre objectif était initialement de comparer l'effet d'un entraînement reposant sur la syllabe ou le phonème sur l'émergence d'une automatisation du traitement du langage écrit auprès d'enfants pré-lecteurs de 5 ans. Cette automatisation est observable au niveau cérébral par l'intermédiaire de la composante N170, marqueur de la spécialisation cérébrale pour l'écrit. Nous devons donc comparer les données comportementales et topographiques (EEG) des 2 groupes afin de déterminer quelle unité phonologique était la plus pertinente pour l'apprentissage des liens lettres-sons. Dans la littérature, les résultats obtenus par Vazeux en 2020 sur lesquels s'appuie notre étude vont dans le sens de l'hypothèse du pont syllabique qui constitue l'hypothèse de référence. En effet, les enfants ayant bénéficié d'un entraînement lettres-syllabe obtenaient de meilleurs résultats en lecture de syllabes et en conscience phonologique que les enfants ayant bénéficié d'un entraînement lettre-phonème. Ce constat nous amène à nous interroger sur les méthodes de lecture et de remédiation orthophonique actuelles. Concernant notre étude, en raison de la situation sanitaire, nous n'avons pas pu réaliser d'expérimentations cette année, c'est pourquoi nous nous sommes appuyées sur les données récoltées par les étudiants de l'année précédente. Les 2 participants à l'étude ayant suivi les entraînements ont amélioré leurs performances au post-test en lecture de syllabes et

en conscience phonologique (mesures comportementales). Quant aux EEG, l'un des sujets a développé des négativités postérieures plus marquées pour la condition syllabe comparativement à la condition symbole, allant dans le sens d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit. Cependant, l'autre sujet a paradoxalement montré une spécialisation moins marquée lors du post-test ; il avait sûrement déjà développé des compétences en lecture avant de suivre l'entraînement. Si l'on se réfère aux profils d'enfants décrits par Vazeux et al. (2020) selon leurs compétences initiales, les résultats obtenus à une échelle individuelle dans notre étude vont dans le sens de l'argument avancé qui serait que la connaissance des lettres serait un prérequis nécessaire pour bénéficier pleinement d'un entraînement phonologique reposant sur la syllabe.

En orthophonie, nous prenons en charge les patients présentant des troubles de la communication et du langage écrit. Notre étude s'inscrit dans une démarche d'amélioration des traitements proposés actuellement dans le but d'aider ces personnes à lire de façon plus aisée en contournant le déficit phonologique, inhérent au trouble. Dans cette optique, la syllabe pourrait constituer un intermédiaire pertinent dans le processus d'encodage des liens lettres-sons auprès de patients présentant des difficultés d'apprentissage de la lecture. Notre étude gagnerait à être approfondie par le biais de la réalisation de nouvelles expérimentations qui permettraient d'augmenter sa puissance statistique.

## Bibliographie

- American Psychiatric Association, Crocq, M. A., Guelfi, J. D., Boyer, P., Pull, C., Pull-Erpelding, M., & American Psychiatric Association. (2015). DSM-5. Elsevier Gezondheidszorg.
- Anthony, J., & Francis, D. (2005). Development of Phonological Awareness. *Current Directions in Psychological Science*, 14(5), 255-259.
- Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Kujala, J. V., Guttorm, T. K., Martin, E., Lyytinen, H., Brandeis, D., & Richardson, U. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter–speech sound correspondences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(17), 7939-7944. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904402107>
- Brem, S., Bucher, K., Halder, P., Summers, P., Dietrich, T., Martin, E., & Brandeis, D. (2006). Evidence for developmental changes in the visual word processing network beyond adolescence. *NeuroImage*, 29(3), 822-837  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.09.023>
- Brem, S., Halder, P., Bucher, K., Summers, P., Martin, E., & Brandeis, D. (2009). Tuning of the visual word processing system: distinct developmental ERP and fMRI effects. *Human brain mapping*, 30(6), 1833-1844.
- Brin-Henry, F., Courrier, C., Lederlé, E., Masy, V. (2011). Mots consultés : méthode d'apprentissage de la lecture, méthode globale, méthode gestuelle, méthode mixte, méthode naturelle, méthode phonétique. Dans *Dictionnaire d'Orthophonie*.
- Buratti, L. (2014, 24 septembre). « Les jeunes lisent toujours, mais pas des livres ». Le Monde.fr. [https://www.lemonde.fr/campus/article/2014/09/24/les-jeunes-lisent-toujours-mais-pas-des-livres\\_4491903\\_4401467.html](https://www.lemonde.fr/campus/article/2014/09/24/les-jeunes-lisent-toujours-mais-pas-des-livres_4491903_4401467.html)
- Carroll, J. M., Snowling, M., Stevenson, J., & Hulme, C. (2003). The Development of Phonological Awareness in Preschool Children. *Developmental Psychology*, 39(5), 913-923.
- Casalis, S. (1995). *Lecture et dyslexies de l'enfant (Psychologie cognitive) (French Edition)*. Presses universitaires du Septentrion.
- Casalis, S., Parriaud, F. B., & C. (2018). *Les Dyslexies (Hors collection) (French Edition)*. Educa Books.
- Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read ?. *Cognition*, 91(1), 77-111.
- Cayouette-Remblière, J. (2016). Mathias Millet, Jean-Claude Croizet, L'école des incapables ? Lectures, 29-34. <https://doi.org/10.4000/lectures.21875>
- Chall (1967). *The Great Debate*. New York: Mc Graw Hill
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. C. (2001). DRC: A Dual Route Cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256.

- Chiland, C. (1971). Inégalité des enfants devant l'apprentissage de la langue écrite. Repères pour la rénovation de l'enseignement du français à l'école élémentaire, 12(1), 77-81. <https://doi.org/10.3406/reper.1971.1059>
- Cohen, L., Lehericy, S., Chochon, F., Lemer, C., Rivaud, S., & Dehaene, S. (2002). Language-specific tuning of visual cortex ? Functional properties of the Visual Word Form Area. *Brain*, 125(5), 1054-1069. <https://doi.org/10.1093/brain/awf094>
- Cossu, G., Shankweiler, D., Liberman, I. Y., Katz, L., & Tola, G. (1988). Awareness of phonological segments and reading ability in Italian children. *Applied Psycholinguistics*, 9(1), 1-16.
- Courcy, A., Béland, R., & Pitchford, N. J. (2000). Phonological awareness in French-speaking children at risk for reading disabilities. *Brain and Cognition*, 43(1-3), 124-130.
- Cucherat., M. (2009). Puissance et calcul du nombre de sujets nécessaires - Interprétation des essais cliniques. Université de Lyon. <http://www.txrating.org/spc/polycop/Puissance%20et%20NSN.htm>
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga L. W., Ventura, P., Nunes Filho, G., Jobert, A., Dehaene-Lamberts, G., Kolinsky, R., Morais, J., & Cohen, L. (2010). How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science*, 330(6009), 1359-1364.
- Dehaene, S. (2011). *Apprendre à lire : des sciences cognitives à la salle de classe* (Odile Jacob).
- Doignon, N., & Zagar, D. (2006). Les enfants en cours d'apprentissage de la lecture perçoivent-ils la syllabe à l'écrit ? *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 60(4), 258-274.
- Doignon-Camus, N., & Zagar, D. (2009). *Les enfants apprentis lecteurs perçoivent-ils la syllabe à l'écrit ? Le modèle DIAMS*. OpenEdition. <https://books.openedition.org/pur/60428?lang=fr>
- Doignon-Camus, N., & Zagar, D. (2013). The syllabic bridge : The first step in learning spelling-to- sound correspondences. *Journal of Child Language*, 41(5), 1147-1165.
- Ecalte, J., Magnan, A. et Bouchafa, H., (2002) Développement des habiletés phonologiques avant et au cours de l'apprentissage de la lecture : de l'évaluation à la remédiation. *Glossa* (82), 4-12.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., 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(3), 250-287.
- Fox, B., & Routh, D. K. (1975). Analysing spoken language into words, syllables and phonemes. A developmental study. *Journal of Psycholinguistic Research*, 4, 331-342.
- Freinet, C. (1956). *Les méthodes naturelles dans la pédagogie moderne* (Bourrelie, Paris)
- Frith, U. (1986). A developmental framework for developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 36(1), 67-81. <https://doi.org/10.1007/bf02648022>

- Garnier-Lasek, D. (2012). L'imprégnation syllabique. Ortho édition.
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6-10.
- Jiménez González, J. E., & Hernández Valle, I. (2000). Word Identification and Reading Disorders in the Spanish Language. *Journal of Learning Disabilities*, 33(1), 44-60. <https://doi.org/10.1177/002221940003300108>
- Johnston, R., Anderson, M., & Holligan, C. (1996). Knowledge of the alphabet and explicit awareness of phonemes in pre-readers : The nature of the relationship. *Reading and Writing*, 8(3), 217-234.
- Joigneaux, C. (2009). La construction de l'inégalité scolaire dès l'école maternelle. *Revue française de pédagogie*, 169, 17-28. <https://doi.org/10.4000/rfp.1301>
- Kolinsky, R., Morais, J., Cohen, L., Dehaene-Lambertz, G., & Dehaene, S. (2014). L'influence de l'apprentissage du langage écrit sur les aires du langage. *Revue de neuropsychologie*, 6(3), 173. <https://doi.org/10.3917/rne.063.0173>
- Landerl, K., Wimmer, H., & Frith, U. (1997). The impact of orthographic consistency on dyslexia : A German-English comparison. *Cognition*, 63(3), 315-334. [https://doi.org/10.1016/s0010-0277\(97\)00005-x](https://doi.org/10.1016/s0010-0277(97)00005-x)
- Lindgren, S. D., de Renzi, E., & Richman, L. C. (1985). Cross-National Comparisons of Developmental Dyslexia in Italy and the United States. *Child Development*, 56(6), 1404. <https://doi.org/10.2307/1130460>
- Loi n° 2021-502 du 26 avril 2021 – article L4341-1 du code de la santé publique (J.O. 28 avril 2021)
- Loire, C. (2019). Les intérêts de la lecture | Crefad Loire. CREFAD Loire. <https://crefadloire.org/les-interets-de-la-lecture/>
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9>
- Macchi, L., Casalis, S. & Schelstraete, M. (2016). La lecture chez les enfants avec des troubles spécifiques d'articulation, de parole et/ou de langage oral : une revue narrative de littérature. *L'Année psychologique*, 4(4), 547-595.
- Mahé, G., Bonnefond, A., Gavens, N., Dufour, A., & Doignon-Camus, N. (2012). Impaired visual expertise for print in French adults with dyslexia as shown by N170 tuning. *Neuropsychologia*, 50(14), 3200-3206. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.10.013>
- Mahé, G. (2013). La reconnaissance visuelle des mots chez le dyslexique : implication des voies ventrale et dorsale. [Thèse de doctorat, Université de Strasbourg]. Archives-ouvertes. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00919475>
- Marshall, R. (2020). Reading fiction : the benefits are numerous. *British Journal of General Practice*, 70(691), 79. <https://doi.org/10.3399/bjgp20x707945>

- Mathey, S., Zagar, D., Doignon-Camus, N., & Seigneuric, A. (2006). The nature of the syllabic neighbourhood effect in French. *Acta Psychologica*, 123(3), 372-39.
- Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., & Brandeis, D. (2005). Emerging neurophysiological specialization for letter strings. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1532-1552.
- Maurer, U., Benz, R., Brandeis, D., Brem, S., Bucher, K., Kranz, F., Halder, P., & Steinhausen, H-C. (2006). Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read. *NeuroImage*, 33(2), 749-758. DOI : 10/1016/j.neuroimage.2006.06.025
- McCandliss, B., Beck, I. L., Sandak, R., & Perfetti, C. (2003). Focusing Attention on Decoding for Children With Poor Reading Skills : Design and Preliminary Tests of the Word Building Intervention. *Scientific Studies of Reading*, 7(1), 75-104. [https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0701\\_05](https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0701_05)
- McCandliss, B. D., & Noble, K. G. (2003). The development of reading impairment: a cognitive neuroscience model. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 9(3), 196-204.
- McClelland, J., & Rumelhart, D. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88(5), 375-407.
- Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does Awareness of Speech as a Sequence of Phones Arise Spontaneously. *Cognition*, 7(4), 323-331.
- Negro, I. & Genelot, S. (2009). Les prédicteurs en grande section maternelle de la réussite en lecture en fin de première année d'école élémentaire : l'impact du nom des lettres. *Bulletin de psychologie*, 501(3), 291-306.
- Nomenclature Générale des Actes Professionnels (NGAP) : Actes d'orthophonie : Titre IV – Chapitre II – article 2 sur [www.ameli.fr](http://www.ameli.fr)
- Ouellette, G., & Beers, A. (2010). A not-so-simple view of reading: How oral vocabulary and visual-word recognition complicate the story. *Reading and Writing*, 23(2), 189-208.
- Pennington, B. F., & Bishop, D. V. M. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual Review of Psychology*, 60, 283–306.
- Piquard-Kipffer, A., & Sprenger-Charolles, L. (2013). Early predictors of future reading skills: A follow-up of French-speaking children from the beginning of kindergarten to the end of the second grade (Age 5 to 8). *L'année psychologique*, 113(4), 491-521.
- Rabot, C. (2019). Et toi tu lis quoi en ce moment ? Dans Copernic, C. (dirs.), *Manuel indocile de sciences sociales* (pp. 679 à 689)
- Rack, J. P., Snowling, M. J., & Olson, R. K. (1992). The Nonword Reading Deficit in Developmental Dyslexia : A Review. *Reading Research Quarterly*, 27(1), 28. <https://doi.org/10.2307/747832>
- Shankweiler, D., & Et Al. (1979). The speech code and learning to read. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 5(6), 531-545. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.5.6.531>

- Silvestre de Sacy, C., Comte, C., Cavalier, L. (2020) *Bien lire et aimer lire* (ESF, Paris)
- Snowling, M. J. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological Research*, 43(2), 219-234. <https://doi.org/10.1007/bf00309831>
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P. (2003). *Lecture et Dyslexie : Approches cognitives (Reading and Dyslexia : Cognitive Approaches)*. Paris : Dunod.
- Stahl, S. A., & Murray, B. A. (1994). Defining phonological awareness and its relationship to early reading. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 221-234.
- Swanson, H. L., Trainin, G., Necoechea, D., & Hammill, D. (2003). Rapid Naming, Phonological Awareness, and Reading : A Meta-Analysis of the Correlation Evidence. *Review of Educational Research*, 73(4), 407-440.
- Torgesen, J.K. (2006). Recent Discoveries from Research on Remedial Interventions for Children with Dyslexia. In M. Snowling and C. Hulme (Eds.). *The Science of Reading: A Handbook*. Oxford: Blackwell Publishers
- Treiman, R. (2006). Knowledge about letters as a foundation for reading and spelling. Dans R. M. Joshi et P. G. Aaron (Éds.), *Handbook of Orthography and Literacy*, 581-599. Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Van Ijzendoorn, M. H., & Bus, A. G. (1994). Meta-analytic confirmation of the nonword reading deficit in developmental dyslexia. *Reading Research Quarterly*, 29(3), 266–275. <https://doi.org/10.2307/747877>
- Vazeux, M., Doignon-Camus, N., Bosse, M. L., Mahé, G., Guo, T., & Zagar, D. (2020). Syllable-first rather than letter-first to improve phonemic awareness. *Scientific Reports*, 10(1), 1-12.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia) : what have we learned in the past four decades ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2-40. <https://doi.org/10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x>
- Vellutino et Scanlon (1989) *Les effets des choix pédagogiques sur la capacité à identifier les mots*. In L. Rieben & C. Perfetti (Eds), *L'apprenti lecteur* (p.286-306). Lausanne: Delachaux & Niestlé
- Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., Sipay, E. R., Small, S. G., Pratt, A., Chen, R., & Denckla, M. B. (1996). Cognitive profiles of difficult-to-remediate and readily remediated poor readers : Early intervention as a vehicle for distinguishing between cognitive and experiential deficits as basic causes of specific reading disability. *Journal of Educational Psychology*, 88(4), 601-638. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.4.601>
- Wimmer, H., Landerl, K., Linortner, R., & Hummer, P. (1991). The relationship of phonemic awareness to reading acquisition : More consequence than precondition, but still important. *Cognition*, 40(3), 219-249.

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading Across Languages: A Psycholinguistic Grain Size Theory. *Psychological Bulletin*, 131(1), 3-29.

## **Liste des annexes**

**Annexe 1 : Mail adressé aux directeurs des établissements scolaires, périscolaires, sportifs et culturels**

**Annexe 2 : Lettre d'information aux parents**

**Annexe 3 : Consentement de participation destiné aux parents**

**Annexe 4 : Lettre d'information destinée aux enfants**

**Annexe 5 : Questionnaire posé aux parents en début d'étude**

**Annexe 6 : Questionnaire de latéralité posé à l'enfant en début d'étude**

**Annexe 7 : Progression des entraînements au fil des séances**

**Annexe 8 : Exemple de matériel d'entraînement pour la tâche de lecture**

**Annexe 9 : Exemple de matériel d'entraînement pour le jeu de dé**

**Annexe 10 : Exemple de matériel d'entraînement pour le jeu de loto**