

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

MÉMOIRE

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

Layla BERBAIN

soutenu publiquement en juin 2022

**Comment devient-on lecteur expert ?
Étude de la mise en place des réseaux neuraux de la lecture
chez l'enfant**

MÉMOIRE dirigé par
Gwendoline MAHÉ, Maître de Conférences,
Domaine Universitaire du Pont de Bois, Villeneuve d'Ascq

Mémoire réalisé dans le cadre du Parcours Recherche

Lille – 2022

Remerciements

Je remercie chaleureusement ma directrice, Gwendoline Mahé, pour m'avoir accompagnée et guidée tout au long de ce projet. Merci pour votre bienveillance et votre disponibilité. Je remercie ma lectrice, Ingrid Gibaru, pour ses conseils.

Je remercie les enfants qui ont participé à cette étude ainsi que leur famille.

Je remercie mes amies de l'Université pour leur aide et leur soutien.

Je remercie également mes proches qui m'ont soutenue et qui m'ont encouragée depuis le début de la rédaction de ce mémoire.

Résumé :

L'acquisition des correspondances graphèmes-phonèmes (CGP) permet l'apprentissage de la lecture. D'après la théorie du mapping phonologique, cette acquisition permettrait une spécialisation cérébrale pour l'écrit observable en électroencéphalographie grâce à la composante N170. L'amplitude de cette composante est plus importante en réponse à des stimuli visuels langagiers que non langagiers. Comparativement au phonème, peu d'études ont analysé le rôle de la syllabe dans l'apprentissage des CGP et la spécialisation cérébrale pour l'écrit. L'hypothèse du pont syllabique (Doignon-Camus & Zagar, 2014) postule que préalablement à la constitution des CGP, il existerait l'élaboration d'un lien entre les graphèmes et des unités phonologiques plus grandes que les phonèmes, les syllabes. Ce mémoire a donc pour objectif d'identifier quelle unité langagière est la plus pertinente dans cet apprentissage : le phonème ou la syllabe. Pour ce faire, deux entraînements ont été proposés à des enfants prélecteurs : l'un ciblait les conversions lettres-phonèmes et l'autre les conversions lettres-syllabes. Les pré- et post-tests consistaient en des mesures comportementales, évaluant la lecture et ses prérequis, et électrophysiologiques, évaluant la spécialisation cérébrale pour l'écrit. Les résultats préliminaires obtenus sont en faveur de notre hypothèse. Les prérequis à l'apprentissage de la lecture se sont améliorés pour les deux participants inclus suite à leur entraînement « lettres-syllabe ». De plus, une spécialisation cérébrale pour l'écrit a été retrouvée chez le participant prélecteur et celle-ci était plus marquée en réponse à des stimuli langagiers par rapport à des stimuli non langagiers. Cette étude sera prolongée afin d'inclure plus de participants et de pouvoir comparer les résultats obtenus selon le groupe d'entraînement.

Mots-clés :

Apprentissage, lecture, syllabe, conscience phonémique, composante N170.

Abstract:

The acquisition of grapheme-phoneme correspondences (GPC) allows the learning of reading. According to the phonological mapping theory, this acquisition would allow a cerebral specialization for print that can be observed in electroencephalography thanks to the N170 component. The amplitude of this component is greater in response to language than to non language visual stimuli. Compared to the phoneme, few studies have investigated the role of the syllable in PGC learning and brain specialization for print. The syllable bridge hypothesis (Doignon-Camus & Zagar, 2014) postulates that prior to the formation of PGCs, there would be the development of a link between graphemes and phonological units larger than phonemes, syllables. The aim of this thesis is therefore to identify which language unit is the most relevant in this learning process: the phoneme or the syllable. In order to do so, two training sessions were proposed to pre-reader children: one targeted letter-phoneme conversions and the other letter-syllable conversions. The pre- and post-tests consisted of behavioral measures, assessing reading and its prerequisites, and electrophysiological measures, assessing brain specialization for print. The preliminary results obtained support our hypothesis. The prerequisites for learning to read improved for the two participants included following their "letter-syllable" training. Moreover, a cerebral specialization for print was found in the pre-reader participant and this was more marked in response to language stimuli than to non language stimuli. This study will be extended to include more participants and to be able to compare the results obtained according to training group.

Keywords :

Learning, reading, syllable, phonemic awareness, N170 component.

Table des matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	2
.1. Compétences nécessaires à l'apprentissage de la lecture	2
.1.1. Fonctions générales nécessaires aux apprentissages scolaires	2
.1.2. Capacités langagières	2
.1.2.1. Capacités phonologiques.....	2
.1.2.2. Capacités non phonologiques.....	3
.1.2.3. Prédicteurs des capacités de lecture	3
.1.3. Capacités spécifiques au langage écrit	4
.2. Apprentissage de la lecture.....	4
.2.1. Définitions	4
.2.2. Modèles cognitifs de l'apprentissage de la lecture.....	4
.2.3. Bases neurologiques de la lecture et de son apprentissage.....	6
.2.4. Méthodes d'apprentissage de la lecture.....	8
.2.4.1. Les méthodes syllabique, globale et mixte.....	8
.2.4.2. Les méthodes synthétique et analytique.....	9
.3. L'unité syllabique	9
.3.1. Définitions	9
.3.2. Impact de l'unité syllabique lors de la lecture	9
.3.3. Impact de l'unité syllabique lors de l'apprentissage de la lecture	10
.3.4. Hypothèse du pont syllabique.....	11
.3.5. Apprentissage des liens lettres-sons : comparaison entre un entraînement centré sur le phonème et la syllabe.....	12
.3.6. Objectifs et hypothèses de l'étude	13
Méthodologie.....	13
.1. Participants	13
.2. Pré- et post-tests	14
.2.1. Les mesures comportementales	14
.2.2. Les mesures électrophysiologiques	15
.3. Phase d'entraînement.....	15
.4. Traitement des données	17
.4.1. Données comportementales	17
.4.2. Données électrophysiologiques	17
Résultats	18
.1. Données générales	18
.2. Données comportementales	18
.3. Données électrophysiologiques	19
.3.1. Composante P100 à 174 ms	20

.3.2.	Composante N170 à 250 ms.....	21
Discussion.....		22
.1.	Analyse des résultats obtenus	22
.1.1.	Participant 1	22
.1.1.1.	Données comportementales.....	22
.1.1.2.	Données électrophysiologiques.....	22
.1.2.	Participant 2.....	23
.1.2.1.	Données comportementales.....	23
.1.2.2.	Données électrophysiologiques.....	23
.2.	Perspectives de cette étude	23
.2.1.	Hypothèses concernant les données comportementales	24
.2.2.	Hypothèses concernant les données électrophysiologiques	26
.3.	Perspectives pédagogiques et orthophoniques	27
.3.1.	Intervention chez des enfants tout-venant et/ou faibles lecteurs	27
.3.2.	Intervention chez des enfants présentant des troubles développementaux ou langagiers.....	28
.3.2.1.	Les troubles développementaux et langagiers.....	28
.3.2.2.	Bénéfices d'un entraînement syllabique	28
Conclusion.....		29
Bibliographie		31
Liste des annexes.....		39
Annexe n°1 :	Lettre d'information destinée aux parents.....	39
Annexe n°2 :	Lettre d'information destinée aux enfants.....	39
Annexe n°3 :	Consentement de participation destiné aux parents.	39
Annexe n°4 :	Matrices des pré- et post-tests.	39
Annexe n°5 :	Questionnaire à destination des parents.	39
Annexe n°6 :	Exemple de matériel pour la tâche de lecture.....	39
Annexe n°7 :	Exemple de matériel pour le jeu de dé.	39
Annexe n°8 :	Exemple de matériel pour le jeu de loto.....	39
Annexe n°9 :	Exemple de matériel pour le jeu d'appariement.....	39
Annexe n°10 :	Exemple de matériel pour le jeu de relais.	39
Annexe n°11 :	Exemple de matériel pour la séance de combinatoire.	39

Introduction

La lecture consiste en l'association des graphèmes aux unités phonologiques correspondantes. Une grande partie des études portant sur l'apprentissage de la lecture met en avant l'importance de l'acquisition des correspondances graphèmes-phonèmes (CGP). En effet, le modèle cognitif d'apprentissage de la lecture le plus utilisé, le modèle à double voie (Coltheart et al., 2001), repose sur cette acquisition. Cet apprentissage requiert au préalable une connaissance des graphèmes et des phonèmes. De ce fait, l'apprenti lecteur doit maîtriser des habiletés phonologiques telles que la connaissance du nom et du son des lettres ainsi que la conscience phonologique. Au-delà d'être des prérequis à l'apprentissage de la lecture, ces deux compétences sont aussi les meilleurs prédicteurs des capacités en lecture entre le CP et le CE2 (National Early Literacy Panel, 2008 ; Scarborough, 1998).

Lors de l'apprentissage de la lecture, une réorganisation cérébrale s'opère. En effet, la région occipito-temporale gauche se spécialiserait avec l'acquisition de la lecture dans le traitement de la forme écrite des lettres alors qu'elle est initialement dédiée à la reconnaissance des objets et des visages (Dehaene et al., 2010). D'autre part, des études mesurant l'activité électrique cérébrale ont également montré de plus fortes amplitudes d'une onde, la N170, associée à l'activité de cette région cérébrale en réponse à des stimuli écrits par rapport à des stimuli visuels non langagiers (Bentin et al., 1999 ; Brem et al., 2006 ; Maurer et al., 2005 ; Simon et al., 2006). D'après la théorie du mapping phonologique, cette spécialisation cérébrale pour l'écrit dépendrait de l'acquisition des CGP (McCandliss & Noble, 2003). Cette théorie a fait l'objet de nombreux travaux qui s'appuient sur l'importance de l'unité phonémique (Ehri, 2005).

Cependant, d'après le problème de disponibilité développé dans la théorie des grains (Ziegler & Goswami, 2005), les phonèmes sont des unités phonologiques peu disponibles avant l'apprentissage de la lecture, contrairement aux unités syllabiques. Or, il existe peu d'études sur le rôle de l'unité syllabique dans l'apprentissage de la lecture. Certaines ont mis en évidence un impact de l'unité syllabique lors de tâches de lecture chez des adultes normo-lecteurs (Brochard et al., 2013 ; Carreiras et al., 1993 ; Carreiras & Perea, 2004 ; Conrad & Jacobs, 2004 ; Conrad et al., 2007 ; Doignon & Zagar, 2005 ; Laganaro & Alario, 2006 ; Macizo & Van Petten, 2007 ; Mewhort & Beal, 1977 ; Perea & Carreiras, 1998 ; Prinzmetal et al., 1986) et d'autres lors de l'apprentissage de la lecture (Álvarez et al., 2017 ; Chetail & Mathey, 2009 ; Colé et al., 1999 ; Doignon & Zagar, 2006). Ces recherches ont permis d'émettre l'hypothèse du pont syllabique (Doignon-Camus & Zagar, 2014). Préalablement à la constitution des CGP, il existerait l'élaboration d'un lien entre les formes orthographiques et les unités syllabiques.

Dans l'objectif d'optimiser l'automatisation du processus de lecture et la remédiation des troubles de l'apprentissage de la lecture, il serait intéressant de savoir quelle unité phonologique est la plus pertinente dans cet apprentissage : le phonème ou la syllabe. Plus précisément, est-ce qu'un entraînement aux correspondances lettres-syllabes est plus favorable à l'apprentissage des CGP et à la spécialisation cérébrale pour l'écrit qu'un entraînement aux correspondances lettres-phonèmes. Dans un premier temps, le contexte théorique dans lequel s'inscrit ce travail sera développé ainsi que les buts et les hypothèses de ce mémoire. Puis, une méthodologie permettant de vérifier nos hypothèses sera proposée. Enfin, les résultats recueillis dans le cadre de cette étude seront détaillés et discutés.

Contexte théorique, buts et hypothèses

.1. Compétences nécessaires à l'apprentissage de la lecture

.1.1. Fonctions générales nécessaires aux apprentissages scolaires

L'apprentissage de la lecture nécessite plusieurs compétences sous-jacentes, communes à tout apprentissage scolaire. Il requiert un minimum de compétences intellectuelles. En effet, dans le cas d'une déficience intellectuelle, l'accès au langage écrit est limité mais il peut être amélioré grâce à un entraînement explicite, systématique et intensif (Sermier Dessemontet & Martinet, 2016). Il nécessite des capacités attentionnelles (i.e., l'alerte, les attentions sélective, soutenue et divisée), exécutives (e.g., la planification, l'inhibition et la flexibilité mentale) et visuo-spatiales. Effectivement, ces compétences semblent altérées en cas de troubles de l'apprentissage de la lecture (Menghini et al., 2010). Enfin, l'acquisition de la lecture implique des capacités affectives et émotionnelles. De ce fait, un état émotionnel positif améliore les performances consécutives à un apprentissage à la différence d'un état émotionnel négatif (Masters et al., 1979).

.1.2. Capacités langagières

Parmi les compétences nécessaires au développement du langage écrit, certaines sont intrinsèques au langage oral. Celles-ci se développent en amont du langage écrit et sont impliquées dans l'apprentissage de la lecture.

.1.2.1. Capacités phonologiques

Les compétences en langage oral les plus nécessaires au bon apprentissage de la lecture sont les capacités phonologiques qui concernent les sons de la parole. L'apprenti lecteur développe des compétences phonologiques avant et pendant l'acquisition des CGP (Morais et al., 1979 ; Shankweiler et al., 1979). Ces habiletés sont la perception catégorielle de la parole, la conscience phonologique, la mémoire phonologique à court terme et la capacité de dénomination rapide.

Tout d'abord, la perception de la parole est dite catégorielle lorsque les sons appartenant à la même catégorie phonémique sont moins bien discriminés que ceux appartenant à des catégories différentes (Liberman et al., 1957). En cas de Trouble Spécifique des apprentissages (TSAp) avec déficit de la lecture, communément appelé dyslexie, cette habileté est altérée (Brandt & Rosen, 1980 ; De Weirtdt, 1988 ; Godfrey et al., 1981 ; Reed, 1989 ; Serniclaes et al., 2001). Les personnes présentant un TSAp auraient une discrimination plutôt intracatégorielle qu'intercatégorielle rendant l'acquisition des CGP difficile (Serniclaes et al., 2004). C'est-à-dire qu'il leur est, par exemple, plus facile de discriminer deux [b] prononcés par deux personnes différentes qu'un /b/ d'un /d/. Ensuite, parmi les autres compétences nécessaires à l'apprentissage de la lecture, la conscience phonologique est la capacité à identifier, analyser et manipuler intentionnellement les unités phonologiques (Scarborough, 1998). Les trois principales sont : le phonème, la rime et la syllabe. La mémoire phonologique à court terme est un système de maintien temporaire d'informations verbales. Ce stockage phonologique est nécessaire à la réalisation des CGP et à la

compréhension écrite. Enfin, la capacité de dénomination rapide est la vitesse à laquelle un individu peut dénommer avec exactitude des images, des couleurs, des chiffres et/ou des lettres.

.1.2.2. Capacités non phonologiques

D'autres compétences en langage oral sont impliquées dans le développement du langage écrit et plus précisément dans la compréhension écrite. Le modèle simple de la lecture stipule que $L = R \times C$ (Gough & Tunmer, 1986). En d'autres termes, la compréhension en lecture (L) dépend de la reconnaissance des mots écrits (R) et de la compréhension orale (C). Le facteur R découle des habiletés phonologiques tandis que le facteur C résulte des capacités lexicales, grammaticales et narratives. Ainsi, les compétences phonologiques sont indispensables à l'acquisition de la lecture, mais pas suffisantes au bon développement du langage écrit. L'importance des facteurs varie selon le niveau d'automatisation de la lecture. En effet, chez le lecteur expert, la compréhension écrite dépend de la compréhension orale et donc des compétences langagières non phonologiques. Tandis que chez le lecteur débutant, la compréhension écrite dépend principalement de la capacité à reconnaître les mots écrits. Le niveau des compétences phonologiques est donc primordial chez l'apprenti lecteur.

.1.2.3. Prédicteurs des capacités de lecture

Parmi ces compétences en langage oral, certaines sont prédictives du futur niveau de lecture de l'enfant. La méta-analyse de Scarborough (1998) a examiné 61 études portant sur les facteurs prédictifs de la lecture chez des enfants tout-venant de 4 ans et demi à 6 ans. D'après les résultats, les compétences les plus corrélées aux performances ultérieures en lecture sont, par ordre décroissant : la capacité à identifier les lettres, les compétences d'analyse phonologique, le vocabulaire en expression, la dénomination rapide, la mémoire phonologique à court terme et enfin, le vocabulaire en réception. À l'inverse, les habiletés non verbales précoces, visuelles et motrices sont peu corrélées au niveau ultérieur en lecture. En 2008, le National Early Literacy Panel propose une méta-analyse à partir de 234 articles francophones recensant les facteurs prédictifs de la lecture. À partir des résultats, les auteurs identifient les mêmes facteurs que Scarborough en 1998. Les deux prédicteurs les plus importants sont donc la capacité à identifier les lettres (i.e., la connaissance du nom et du son des lettres) et la capacité d'analyse phonologique (i.e., la conscience phonologique).

La connaissance du nom et du son des lettres témoigne d'un apprentissage du principe alphabétique (Levin & Landsmann, 1989 ; Treiman, 1994, 2006). Les enfants acquièrent tout d'abord le nom des lettres avant la connaissance de leurs sons (Worden & Boettcher, 1990) qu'ils maîtriseront à 90% à la fin du CP (Seymour et al., 2003). La capacité à identifier les lettres est considérée comme l'un des meilleurs facteurs prédictifs du futur niveau de lecture (Foulin, 2005 ; Hillairet de Boisferon, 2010 ; Negro & Genelot, 2009 ; Piquard-Kipffer, 2003). Elle est corrélée positivement à la maîtrise des CGP à 4 ans et au niveau de lecture à 6 ans (Gallagher et al., 2000 ; Snowling et al., 2003). Plus précisément, la connaissance du nom des lettres semblerait plus prédictive du futur niveau de lecture que la connaissance du son des lettres notamment en début de maternelle (Schatschneider et al., 2004).

La capacité à identifier les lettres est d'autant plus prédictive si elle est combinée à la capacité d'analyse phonologique (Byrne & Fielding-Barnsley, 1989 ; Castles & Coltheart, 2004). Plusieurs études ont aussi démontré le pouvoir prédictif de la conscience phonologique (Bara et al., 2004 ; Kirby et al., 2003 ; Schatschneider et al., 2004) ou plus précisément, de la

conscience phonémique qui est reconnue comme un excellent facteur prédictif du futur niveau de lecture (Alegria & Morais, 1979 ; Hulme, 2012). C'est d'ailleurs une des habiletés altérées chez les sujets dyslexiques (Melby-Lervag, 2012). La conscience phonologique est un facteur prédictif et un prérequis du niveau de lecture mais cette compétence continue de se développer et de s'affiner avec l'apprentissage de la lecture (Bosse & Zagar, 2016 ; Ecalte et al., 2002). En effet, certains auteurs ont observé que des adultes analphabètes échouaient aux tâches évaluant cette compétence par rapport à des adultes alphabétisés (Morais et al., 1979). Étant un prérequis nécessaire à l'élaboration des CGP, cette compétence peut être utilisée pour évaluer l'entrée dans l'apprentissage de la lecture (Vazeux et al., 2020). Les deux facteurs les plus corrélés au niveau de lecture au CP sont donc la capacité à identifier les lettres et la conscience phonologique. Ces deux prérequis se développent de manière corrélée. En effet, le niveau de chacune de ces compétences est un facteur prédictif de l'autre de manière bidirectionnelle (Lerner & Lonigan, 2016).

Du fait du développement des compétences en lecture, les facteurs prédictifs évoluent du CP à la 6^e. Les compétences phonologiques sont alors moins corrélées au niveau de lecture, que les compétences orthographiques et l'étendue du vocabulaire de l'enfant (Ouellette & Beers, 2010).

.1.3. Capacités spécifiques au langage écrit

Outre ces compétences générales et en langage oral, l'apprentissage de la lecture requiert aussi des habiletés plus spécifiques au langage écrit. En effet, il nécessite une connaissance préalable des concepts de l'écriture (Justice & Ezell, 2004). Ces concepts sont constitués de la connaissance du sens de l'écriture, de la manipulation des livres et de leur organisation mais aussi, du nom des différentes unités langagières et des relations entre elles. Enfin, cet apprentissage implique une connaissance du rôle de l'écriture dans la transmission du sens. Par ailleurs, la connaissance du nom des lettres (Treiman, 2006) et la capacité à écrire ou à épeler son prénom sont des habiletés qui précèdent l'acquisition de la lecture.

.2. Apprentissage de la lecture

.2.1. Définitions

La lecture consiste en l'association d'unités orthographiques aux unités phonologiques correspondantes. Plus précisément, le français étant une langue alphabétique, les unités écrites sont des graphèmes correspondant aux unités orales, les phonèmes. Les graphèmes peuvent être simples, constitués d'une lettre, ou bien complexes, constitués de plusieurs lettres. La langue française est constituée de 26 lettres, 36 phonèmes et 130 graphèmes (Catach, 2003).

.2.2. Modèles cognitifs de l'apprentissage de la lecture

Il existe plusieurs modèles cognitifs illustrant l'apprentissage de la lecture. Le plus reconnu est le modèle à double voie (Coltheart et al., 2001). Suite à une perception visuelle d'un stimulus écrit, deux voies de lecture peuvent être activées : la voie phonologique ou la voie lexicale (cf. Figure 1).

La voie phonologique, appelée aussi d'assemblage, non lexicale ou sub-lexicale, permet de décoder un stimulus écrit grâce aux règles de CGP. Cette procédure est préférentiellement utilisée par les apprentis lecteurs. Elle est utilisée par les lecteurs experts

lorsqu'ils rencontrent un nouveau mot. Elle est performante pour les mots réguliers ou dits consistants. Par exemple, face au stimulus écrit « papa », un apprenti lecteur va identifier le premier graphème en partant de la gauche « p » et y associer le phonème correspondant /p/. Cette association résulte d'un apprentissage explicite des règles de CGP. Pour lire un mot via la voie phonologique, il est nécessaire de convertir chaque graphème en phonème de façon séquentielle, de la gauche vers la droite en français, et de fusionner les phonèmes correspondants pour produire oralement le mot, dans l'exemple, /papa/. Lors de ce décodage, le lecteur peut accéder au sens de ce qu'il a lu dans le cas où le mot appartiendrait à son stock lexical.

La seconde voie, dite directe, d'adressage ou encore lexicale, permet à partir d'un stimulus écrit, de reconnaître un patron orthographique global stocké préalablement dans le lexique orthographique d'entrée de l'individu. Elle permet ensuite d'y associer un patron phonologique global, lui-même stocké préalablement dans le lexique phonologique de sortie de l'individu. Cette association nécessite un apprentissage spécifique des patrons orthographiques et des patrons phonologiques correspondants. De nouveau, cette procédure implique un accès au sens de ce qui est lu seulement si le mot appartient au stock lexical de l'individu. Cette voie est mobilisée lors de la lecture de mots irréguliers ou inconsistants. Par exemple, face au stimulus écrit « femme », si l'apprenti lecteur procède par assemblage, il lira /fem/. Afin de décoder correctement ce mot, il doit mobiliser sa voie lexicale. Si le patron orthographique « femme » appartient à son lexique orthographique d'entrée, il l'associera à sa forme phonologique de sortie /fam/. La procédure lexicale est aussi sollicitée en lecture de mots réguliers ou consistants chez les lecteurs experts. En effet, suite à de multiples présentations d'une forme orthographique, le lecteur va la mémoriser et l'associer directement à sa forme phonologique de sortie. La voie lexicale étant plus rapide que la voie phonologique, le lecteur expert va augmenter sa vitesse de lecture en l'utilisant préférentiellement.

La mise en place de ces procédures de lecture se caractérise par des modifications neuro-anatomiques.

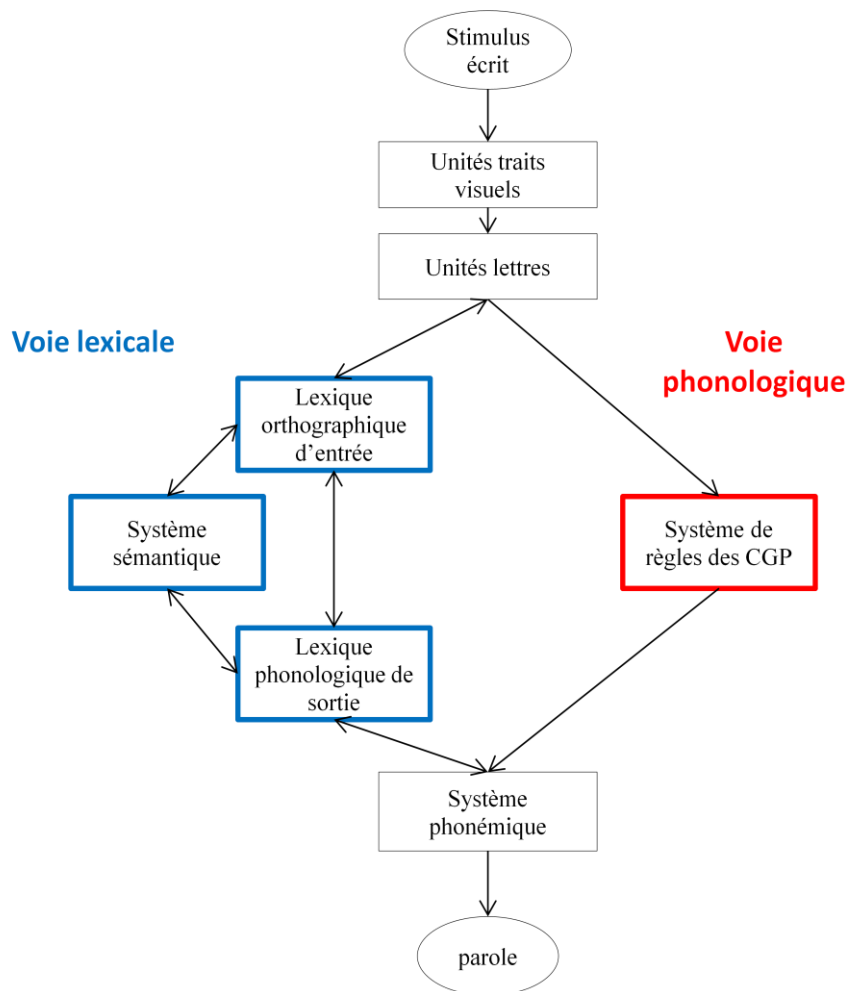


Figure 1. Représentation du modèle en cascade à double voie de la reconnaissance visuelle des mots et de la lecture à haute voix (Coltheart et al., 2001).

.2.3. Bases neurologiques de la lecture et de son apprentissage

La reconnaissance visuelle des lettres et des mots sollicite dans un premier temps les aires visuelles primaires impliquées dans le traitement de tous les types de stimuli visuels.

Ensuite, les informations visuelles langagières perçues sont traitées dans la région occipito-temporale gauche spécialisée dans le traitement de la forme écrite des lettres (VWFA pour Visual Word Form Area). Cette région située dans le gyrus fusiforme gauche est initialement dédiée à la reconnaissance visuelle des objets et des visages. D'après la théorie du recyclage neuronal, il existe une réorganisation cérébrale du fait de la compétition entre la mise en place d'un nouveau processus cognitif, ici la lecture, et des processus plus anciens, comme la reconnaissance des objets et des visages (Dehaene et al., 2011). En effet, les auteurs ont comparé l'activité cérébrale d'adultes alphabètes (scolarisés depuis l'enfance), analphabètes et anciennement analphabètes (scolarisés à l'âge adulte). L'activité cérébrale était mesurée en réponse aux stimuli suivants : phrases orales et écrites, mots et pseudomots écrits, images de visages, de maisons, d'objets et de damiers. Une dissociation de l'activité cérébrale a été observée entre le groupe des adultes analphabètes et les deux autres groupes. Lors de la reconnaissance visuelle des objets et des visages chez les adultes analphabètes, les auteurs ont constaté une activation de la VWFA, contrairement aux adultes lettrés, qu'ils aient été scolarisés dans l'enfance ou à l'âge adulte. Pour ces derniers, les auteurs ont observé une activation de l'hémisphère droit lorsqu'ils étaient exposés à des images d'objets et de visages. D'autre part, la VWFA était activée préférentiellement dans le cas de stimuli langagiers écrits

chez les adultes lettrés, qu'ils aient été scolarisés dans l'enfance ou à l'âge adulte (Dehaene et al., 2010). Ainsi, la VWFA initialement dédiée à la reconnaissance des objets et des visages se spécialise dans la reconnaissance des stimuli visuels langagiers suite à l'alphabétisation et l'hémisphère droit prend le relais pour le traitement des stimuli visuels non langagiers.

Des études combinant l'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) et l'électroencéphalogramme (EEG) ont relié l'activité de la VWFA à un potentiel évoqué (Event Related Potentials, ERP) spécifique. Cette composante ERP est une onde qui peut être négative ou positive. L'activation du gyrus fusiforme gauche a ainsi été associée à la composante N170 (Brem et al., 2006 ; Maurer et al., 2005). De nombreuses études ont rapporté l'apparition de la composante négative N170 environ 150 ms à 250 ms après une exposition à un stimulus visuel. Cette composante présente de plus larges amplitudes au niveau occipito-temporal gauche lors de la présentation de stimuli écrits, comme des mots, par rapport à des stimuli visuels non langagiers, comme des séquences de symboles (Bentin et al., 1999 ; Brem et al., 2006 ; Maurer et al., 2005 ; Simon et al., 2006).

D'après la théorie du mapping phonologique, la réorganisation cérébrale s'opérerait suite à l'apprentissage des CGP (McCandliss & Noble, 2003). En effet, contrairement à ce qui a été observé chez l'adulte lecteur, la composante N170 ne présente pas de différence d'amplitude chez des enfants prélecteurs exposés à des séquences de lettres ou de symboles. Néanmoins, des différences ont été observées selon le niveau de connaissance des lettres des enfants prélecteurs. Premièrement, ceux ayant une bonne connaissance des lettres ont montré une légère différence d'amplitude de la N170 lorsqu'ils étaient exposés à des lettres par rapport à des symboles contrairement aux enfants ayant une faible connaissance des lettres. Cette différence n'était tout de même pas aussi marquée que chez les adultes lecteurs. Deuxièmement, chez les enfants ayant une bonne connaissance des lettres, l'activation cérébrale était occipito-temporale droite lorsqu'ils étaient exposés à des lettres par rapport à des symboles contrairement aux enfants ayant une faible connaissance des lettres qui avaient une activation cérébrale bilatérale. Les topographies des enfants ayant une bonne connaissance des lettres restaient tout de même différentes de celles des adultes lecteurs exposés aux lettres qui montraient une activité occipito-temporale gauche (Maurer et al., 2005). Une autre étude a mis en évidence une corrélation positive entre le niveau de conscience phonologique et la latéralisation gauche de la composante N170 (Sacchi & Laszlo, 2016). Par conséquent, la maîtrise des deux prérequis à l'apprentissage de la lecture suivants, la connaissance des lettres et la conscience phonologique, induit un début de réorganisation cérébrale. Et c'est seulement lors de l'acquisition des CGP qu'une activation plus précise de la VWFA est observée (Brem et al., 2010).

Ces observations soutiennent donc la théorie du mapping phonologique. Le gyrus fusiforme gauche se spécialiserait pour le traitement des stimuli écrits et ce, durant les deux années suivant le début de l'apprentissage de la lecture (Maurer et al. 2006). Cette spécialisation de la composante N170 est donc caractérisée par deux transformations : une augmentation d'amplitude et une évolution topographique anatomique, la composante se latéralisant progressivement à gauche. Une fois le processus de lecture automatisé, une réduction de l'amplitude de la composante N170 est observée (Maurer et al., 2006 ; Maurer et al., 2011). Cette spécialisation cérébrale se poursuit conjointement à l'apprentissage de la lecture jusqu'à son automatisation. Afin d'accompagner l'apprenti lecteur dans ce processus, il existe actuellement différentes méthodes pédagogiques.

.2.4. Méthodes d'apprentissage de la lecture

.2.4.1. Les méthodes syllabique, globale et mixte

Dans le système éducatif français, l'apprentissage de la lecture est réalisé en cycle 2 (cycle des apprentissages fondamentaux), c'est-à-dire du CP au CE2. L'identification des mots écrits et la compréhension écrite sont les deux objectifs principaux de ce cycle. Pour ce faire, les programmes de l'Éducation Nationale peuvent s'appuyer sur différentes méthodes d'apprentissage de la lecture qui ont été débattues et comparées (Germain, 2005).

Historiquement, la méthode syllabique est la plus utilisée. Elle repose sur la découverte et l'apprentissage des règles de CGP, puis sur la capacité à fusionner des phonèmes, afin de former des syllabes et de décoder des unités écrites de plus en plus grandes. Elle nécessite donc des habiletés métaphonologiques. Elle met l'accent sur le déchiffrage, considérant que cette étape est suffisante pour apprendre à lire.

Au début du XXe siècle, Decroly développe la méthode globale. Celle-ci s'oppose à la précédente puisqu'elle se focalise sur l'accès au sens. L'apprentissage de la lecture se ferait de manière naturelle par immersion, à l'instar de la parole. Une analyse de la forme globale des mots en contexte permettrait leur identification. Cette méthode n'aborde pas les CGP et cela peut constituer un handicap pour des enfants présentant une dyslexie (Bateman, 1991).

Une des méthodes privilégie le décodage des unités écrites tandis que l'autre favorise l'accès au sens. Ainsi, en 1995, Leybaert et Content émettent l'hypothèse d'un bénéfice de la méthode syllabique sur le développement de la voie phonologique tandis que la méthode globale favoriserait celui de la voie lexicale. Les résultats de leur étude montrent que seule la méthode syllabique permet le développement des deux procédures. Par la suite, d'autres études ont mis en évidence l'intérêt d'apprendre la lecture à l'aide de la méthode syllabique plutôt qu'à l'aide de la méthode globale (Castles et al., 2018 ; Duncan et al., 2013 ; Ehri et al., 2001 ; Rayner et al., 2001 ; Torgerson et al., 2006). Par conséquent, la méthode globale est retirée des programmes scolaires afin de privilégier la méthode dite mixte qui s'est développée dans les années 1980 (Goigoux, 2004).

La méthode mixte est toujours utilisée actuellement. Elle intègre les bénéfices des deux méthodes précédentes permettant un apprentissage de la lecture plus complet. Elle propose différentes stratégies pour identifier les mots écrits : la reconnaissance globale, le décodage partiel, la recherche d'indices (notamment dans un contexte sémantique) et l'appui sur des dessins. Il en existe deux variantes. La mixte enchaînée, qui repose sur l'utilisation de la méthode globale en début d'année de CP, puis sur l'utilisation de la méthode syllabique. Et la mixte conjointe, qui associe les deux méthodes tout au long de l'année scolaire. Actuellement, elle est critiquée au profit de la méthode syllabique. En effet, la méthode mixte se basant sur plusieurs stratégies d'identification des mots, l'apprenti lecteur doit continuellement sélectionner la stratégie la plus adaptée et inhiber les autres. De ce fait, d'un point de vue attentionnel, la connaissance des CGP est en concurrence avec les autres stratégies. L'enfant étant moins attentif au code, il multiplie les erreurs de lecture. Ce n'est pas le cas dans la méthode syllabique (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2021, p. 39). Cette dernière est elle-même constituée de deux approches distinctes permettant toutes deux de décoder de nouveaux mots : l'approche synthétique et l'approche analytique.

.2.4.2. Les méthodes synthétique et analytique

De nos jours, le débat sur les méthodes d'apprentissage de la lecture concerne plutôt l'opposition entre l'approche phonologique et l'approche syllabique (Germain, 2005). En effet, certains auteurs distinguent deux manières d'enseigner les CGP : l'approche synthétique ou l'approche analytique (Castles et al., 2018). La première, peut être qualifiée d'approche phonologique puisqu'elle repose sur l'apprentissage de chaque CGP puis sur la fusion des unités phonologiques pour décoder. Cette approche part des plus petites unités orales de notre langue, les phonèmes, pour aller vers des unités plus grandes comme la syllabe ou le mot. L'approche analytique quant à elle, pourrait être qualifiée de syllabique puisqu'elle part d'une unité orale plus large, la syllabe pour identifier les éléments qui la composent, les phonèmes et ainsi intégrer les CGP. La problématique éducative actuelle est de savoir laquelle de ces approches, synthétique ou analytique, serait la plus pertinente pour apprendre à lire. Autrement dit, laquelle de ces deux unités, le phonème ou la syllabe, est la plus favorable à l'apprentissage des CGP et à l'automatisation de la lecture ?

.3. L'unité syllabique

.3.1. Définitions

La syllabe est un regroupement de phonèmes, donc de sons, dans la chaîne parlée. Il s'agit donc d'une unité phonologique. Elle est formée au minimum d'une voyelle qui constitue le noyau de la syllabe. Sa structure peut varier selon les éléments infrasyllabiques qui accompagnent le noyau. En effet, il peut être complété par une attaque (consonnes et/ou semi-voyelles précédant le noyau) et/ou par un coda (consonnes et/ou semi-voyelles suivant le noyau). Le noyau et le coda, au sein d'une syllabe, forment la rime (Blevins, 1995).

.3.2. Impact de l'unité syllabique lors de la lecture

La théorie du mapping phonologique développée précédemment a fait l'objet de nombreux travaux centrés sur les CGP (Ehri, 2005). Peu d'études portent sur l'implication de l'unité syllabique lors de la lecture chez le lecteur expert. Mewhort et Beal (1977) ont proposé une tâche de lecture de mots à des lecteurs experts. Les mots étaient décomposés en groupes de lettres qui respectaient ou non la structure syllabique. Les auteurs ont relevé plus d'erreurs de lecture pour les patterns ne respectant pas un découpage syllabique. Ils ont supposé alors que le processus de décodage comporterait une étape permettant l'analyse d'unités intermédiaires entre la phrase et le graphème. Cette expérience n'a pas permis d'affirmer si ces unités sont syllabiques ou orthographiques du fait de leur recouvrement. De même, Brochard et al. (2013) ont mis en évidence un traitement syllabique chez le lecteur expert. Ils ont proposé une tâche de décision lexicale à partir d'items segmentés en deux. Cette division respectait ou violait la structure syllabique. Les auteurs ont aussi constaté que les items segmentés selon la structure syllabique étaient mieux reconnus que ceux qui ne la respectaient pas.

D'autre part, Prinzmetal et al. (1986) ont élaboré un paradigme permettant d'observer la perception d'unités syllabiques lors d'une tâche de perception de mots écrits : le paradigme des conjonctions illusoires. Le participant devait identifier la couleur d'une lettre cible, située à la jonction syllabique, au sein d'un mot ou d'un pseudomot dissyllabique. Les items présentés brièvement étaient composés de deux couleurs différentes. Ce découpage en

couleurs ne respectait pas systématiquement les frontières syllabiques (e.g., **LOWLY** respecte la frontière syllabique contrairement à **LOWLY**). Ce paradigme induit classiquement des erreurs appelées erreurs de conjonction ou conjonctions illusoires : le participant ne donne pas la couleur de la lettre cible, mais l'autre couleur présente sur l'écran. Si ces erreurs de conjonction respectent la structure syllabique, il s'agit d'erreurs de préservation (e.g., dire que le W est rouge dans **LOWLY**). Sinon, il s'agit d'erreurs de violation (e.g., dire que le W est bleu dans **LOWLY**). Les auteurs ont observé que les erreurs de préservation étaient les plus fréquentes, témoignant d'un traitement automatique de l'unité syllabique chez le lecteur expert anglophone lors de la perception des mots écrits. Doignon et Zagar (2005) ont utilisé ce même paradigme pour analyser la perception de l'unité syllabique auprès d'adultes lecteurs de langue maternelle française. Parmi les erreurs de conjonction, les participants réalisaient, tout comme les locuteurs anglophones, significativement plus d'erreurs de préservation que de violation témoignant d'un traitement automatique des unités syllabiques.

Enfin, Carreiras et al. (1993) ont mis en exergue un effet de fréquence de la première syllabe des mots écrits chez des lecteurs experts espagnols. En effet, lors d'une tâche de décision lexicale, les temps de réaction des participants étaient plus lents pour les mots et les pseudomots commençant par une syllabe fréquente que pour ceux commençant par une syllabe rare. Cet effet inhibiteur de la fréquence des syllabes a également été mis en évidence en allemand (Conrad & Jacobs, 2004) et en français (Conrad et al., 2007). Carreiras et al. (1993) ont aussi retrouvé un effet inhibiteur lors d'une tâche de lecture de mots. A l'inverse lors d'une tâche de lecture de pseudomots, les temps de réaction étaient plus lents lorsque la première syllabe était peu fréquente. L'effet de fréquence était facilitateur pour la lecture de pseudomots. Ces résultats étaient indépendants de la fréquence lexicale des mots. D'autres études ont mis en évidence un effet facilitateur lors de la lecture de pseudomots et de mots (Carreiras & Perea, 2004 ; Laganaro & Alario, 2006 ; Macizo & Van Petten, 2007 ; Perea & Carreiras, 1998). Ainsi, l'unité syllabique entre en jeu dans la reconnaissance écrite des mots.

.3.3. Impact de l'unité syllabique lors de l'apprentissage de la lecture

Les études précédentes ont permis de montrer un impact de l'unité syllabique lors du traitement des mots écrits chez le lecteur expert. Cette unité semble aussi impliquée lors de l'apprentissage de la lecture. En effet, Colé et al. (1999) ont employé la technique de suivi de syllabes (Mehler et al., 1981) afin d'observer le traitement syllabique chez des apprentis lecteurs. Les participants devaient dire si une structure syllabique cible, présentée visuellement, apparaissait au début du mot présenté dans un second temps. Les cibles étaient des syllabes de structure consonne-voyelle (CV) ou consonne-voyelle-consonne (CVC). Par exemple la syllabe « PA » correspond bien à la première syllabe du mot « PAROI » mais pas du mot « PARFUM », tandis que la syllabe « PAR » correspond bien à la première syllabe du mot « PARFUM » mais pas du mot « PAROI ». Le temps de détection des lecteurs experts adultes était plus rapide dans les cas où la cible correspondait à la première syllabe du mot. Cette observation n'a pas été retrouvée chez des enfants apprentis lecteurs lors de leur passation en février de leur année de CP. Cependant, lors de leur seconde passation en juin de la même année, les enfants ayant obtenu les meilleurs résultats à un test d'aptitude de lecture, ont présenté des temps de détection similaires à ceux des lecteurs experts. Ces résultats ont été observés seulement sur les mots de basse fréquence.

En outre, Doignon et Zagar (2006), à l'aide du paradigme des conjonctions illusoires présenté ci-dessus, ont constaté que les apprentis lecteurs repèrent les unités syllabiques lors

du traitement visuel des mots écrits. En effet, tout comme les lecteurs experts, ils réalisent significativement plus d'erreurs de préservation que de violation de la syllabe lors du traitement de mots et de pseudomots. Ce traitement syllabique se ferait à partir d'informations phonologiques et orthographiques.

Chetail et Mathey (2009) ont aussi mis en exergue un effet de fréquence de la première syllabe des mots écrits lors d'une tâche de décision lexicale chez des apprentis lecteurs français. En effet, tout comme dans l'étude de Carreiras et al. (1993), les auteurs ont mis en évidence un effet inhibiteur de la première syllabe : lorsque les mots commençaient par une première syllabe fréquente, les temps de réaction étaient plus lents que lorsque les mots commençaient par une première syllabe rare. Cet effet était accentué selon la fréquence des correspondances orthographiques de la syllabe.

Enfin, Álvarez et al. (2017) ont démontré que la syllabe avait un impact dans la reconnaissance visuelle des mots quel que soit le niveau scolaire de l'enfant et donc le niveau de lecture. Ils ont proposé à des enfants scolarisés en CE1 et en 6^e, de langue maternelle espagnole, d'identifier des mots dissimulés dans des pseudomots. Certains items respectaient la structure syllabique du mot cible (e.g., trouver le mot « FIN » dans le pseudomot « **FIN**LO »), et d'autres pas (e.g., trouver le mot « FIN » dans le pseudomot « **FIN**US »). Les enfants étaient plus rapides pour identifier le mot dans la condition syllabique par rapport à celle non syllabique quel que soit leur niveau scolaire. En somme, les apprentis lecteurs sont sensibles à l'unité syllabique lors du traitement de mots et de pseudomots écrits.

.3.4. Hypothèse du pont syllabique

L'implication de l'unité syllabique lors de l'apprentissage de la lecture a mené à l'hypothèse du pont syllabique (Doignon-Camus & Zagar, 2014). Les auteurs supposent une élaboration précoce et rapide d'associations entre les graphèmes et les phonèmes à travers les syllabes. En effet, d'après le problème de disponibilité développé dans la théorie des grains (Ziegler & Goswami, 2005), les phonèmes sont des unités peu disponibles avant l'apprentissage de la lecture, contrairement aux unités syllabiques. En outre, ces dernières permettraient de réduire le problème de consistance de la langue française, notamment en transcription (i.e., l'opacité des CGP du fait de correspondances variables). De plus, comme le paradigme des conjonctions illusoires a pu le montrer dans différentes études, les enfants prélecteurs ont une représentation mentale précoce de l'unité syllabique. Doignon-Camus et Zagar (2014) ont montré que suite à un entraînement syllabique court et intense, les enfants prélecteurs perçoivent, analysent et intègrent les unités syllabiques. Ces résultats confortent l'hypothèse du pont syllabique.

À partir de cette hypothèse, un modèle d'apprentissage basé sur le traitement syllabique a été élaboré, le modèle DIAMS (Developmental Interactive Activation Model with Syllables, Doignon-Camus & Zagar, 2014). La première étape du modèle rend compte de l'état du système linguistique avant l'apprentissage de la lecture (cf. Figure 2). À partir des unités phonologiques lexicales disponibles, les unités phonologiques syllabiques correspondantes sont identifiées. Lors de l'étape B, l'individu est exposé à des unités écrites (i.e., le mot et les lettres) lui permettant de construire ses représentations orthographiques. Durant l'étape C, un regroupement des lettres s'effectue ainsi qu'une association aux unités phonologiques syllabiques disponibles. L'automatisation de ces correspondances syllabes-lettres s'opère durant l'étape D. L'étape E consiste en la construction des représentations phonologiques, l'individu est capable de dissocier les unités syllabiques des unités

phonémiques qui les composent. Ces dernières sont associées aux lettres. L'ultime étape rend compte de l'élaboration des représentations orthographiques lexicales en lien avec les unités graphémiques (i.e., les lettres), les unités phonologiques syllabiques et phonémiques et les unités phonologiques lexicales.

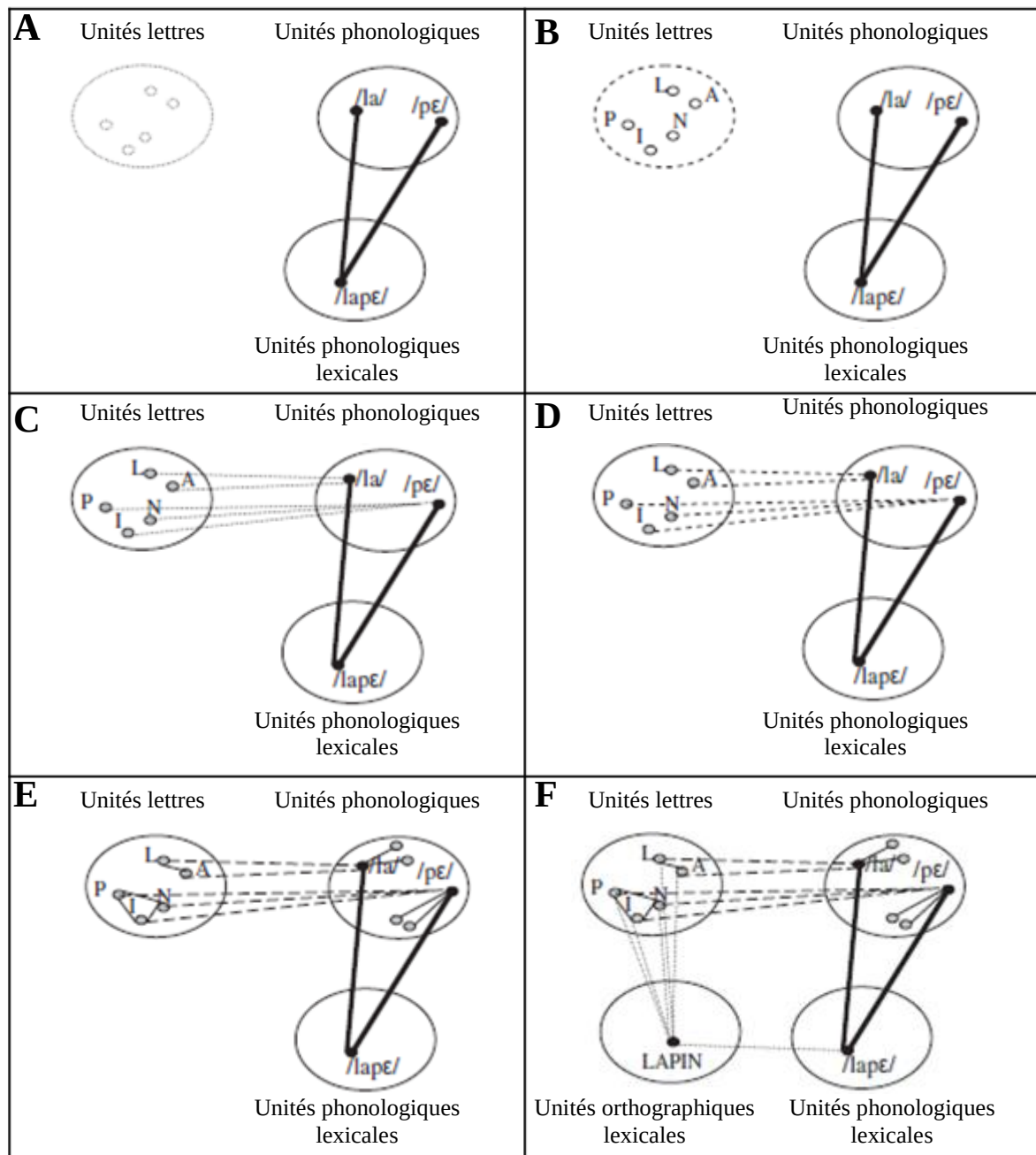


Figure 2. Modèle DIAMS (Developmental Interactive Activation Model with Syllables, Doignon-Camus & Zagar, 2014).

3.5. Apprentissage des liens lettres-sons : comparaison entre un entraînement centré sur le phonème et la syllabe

À partir de cette hypothèse développementale, Vazeux et al. (2020) ont proposé un protocole expérimental afin d'évaluer quelle unité phonologique, entre la syllabe et le phonème, est la plus favorable au développement de la conscience phonologique. Ils ont mesuré dans un premier temps, chez 222 enfants prélecteurs, la connaissance du nom et du son des lettres, la conscience phonologique et la lecture de syllabes. À la suite de ces mesures,

ils ont proposé deux entraînements aux correspondances lettres-sons. L'un ciblait les correspondances lettres-syllabes tandis que l'autre privilégiait les correspondances lettres-phonèmes. Après cinq séances d'entraînement, les mêmes mesures ont été réalisées sur l'ensemble des participants. Les résultats de l'étude comportementale ont mis en évidence une amélioration de la conscience phonologique pour l'ensemble des participants. Cette amélioration était significativement plus importante chez les enfants ayant bénéficié d'un entraînement aux correspondances lettres-syllabes par rapport à celle observée chez les enfants ayant réalisé un entraînement aux correspondances lettres-phonèmes. Ainsi, l'entraînement centré sur la syllabe a permis un meilleur développement de la conscience phonologique et semble être pertinent pour améliorer l'apprentissage de la lecture.

.3.6. Objectifs et hypothèses de l'étude

Dans la continuité de cette étude comportementale nous souhaiterions déterminer quelle unité phonologique, entre la syllabe et le phonème, facilite le plus l'émergence d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit. Ainsi, suivant leur méthodologie, les deux mêmes entraînements aux correspondances lettres-sons ont été proposés à des enfants prélecteurs et les mêmes mesures comportementales ont été réalisées avant et après l'entraînement. D'autre part, comme pour l'étude de Brem et al. (2010), qui a mis en évidence une spécialisation cérébrale pour l'écrit suite à un entraînement des CGP, des mesures électrophysiologiques ont été proposées en complément avant et après l'entraînement. Ainsi, nous avons pu évaluer le bénéfice de chaque entraînement sur la spécialisation cérébrale pour l'écrit.

Les unités syllabiques et phonémiques permettent toutes deux l'élaboration d'un lien entre le langage oral, au niveau phonologique et le langage écrit, au niveau graphémique. Ainsi, que les participants soient exposés à un entraînement phonémique ou syllabique, nous devrions observer une amélioration des mesures comportementales témoignant d'un début d'acquisition de la lecture. En accord avec les résultats de Vazeux et al. (2020), l'amélioration devrait être significativement plus importante chez les enfants ayant bénéficié d'un entraînement aux correspondances lettres-syllabes par rapport à ceux ayant bénéficié d'un entraînement aux correspondances lettres-phonèmes, notamment en conscience phonologique. D'autre part, parmi les mesures électrophysiologiques, nous devrions observer une amplitude de la composante N170 et une latéralisation gauche plus importantes aux post-tests qu'aux prétests pour les deux groupes, lors de la présentation de stimuli visuels langagiers par rapport à des stimuli visuels non langagiers (i.e., des symboles). Cependant, en accord avec l'hypothèse du pont syllabique, ces deux effets devraient être plus importants chez les participants ayant suivi un entraînement « lettres-syllabe » par rapport à ceux ayant suivi un entraînement « lettre-phonème ».

Méthodologie

L'étude expérimentale proposée dans le cadre de ce mémoire est monocentrique et randomisée. La méthodologie a été validée par le comité d'éthique de l'Université de Lille et par la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

.1. Participants

Cette étude avait pour objectif d'inclure un total de 40 enfants en grande section de

maternelle, droitiers et de langue maternelle française. Les enfants en situation de bilinguisme ont été exclus si la langue française n'était pas parlée avec au moins l'un des parents à la maison. Les enfants ayant un diagnostic de Trouble Développementale du Langage (TDL), de retard de parole et/ou de langage n'ont pas été inclus dans l'étude. Les participants auraient dû être répartis aléatoirement dans deux groupes : « lettre-phonème » et « lettres-syllabe ». Les groupes auraient été appariés selon le sexe, le niveau socio-économique (calculé à partir du niveau d'études et de la profession des parents), la période de passation dans l'année et les résultats obtenus aux prétests. Les participants ont été recrutés dans les écoles et auprès du personnel de l'Université par l'équipe de recherche. Des lettres d'information ont été transmises aux parents (cf. Annexe n°1) et aux enfants (cf. Annexe n°2). De plus, un formulaire de consentement a été rempli avant d'entamer l'expérimentation (cf. Annexe n°3).

.2. Pré- et post-tests

Les pré- et post-tests étaient similaires et ont été proposés à l'ensemble des participants à l'Imaginarium de Tourcoing. Ils consistaient en des mesures comportementales et électrophysiologiques. Leur passation durait environ 1h30. Les parents des participants n'étaient pas présents pendant le test et ont patienté dans une salle mise à leur disposition.

.2.1. Les mesures comportementales

Les mesures comportementales ont permis d'évaluer les prérequis à la lecture ainsi que les compétences de lecture. Elles étaient identiques à celles de l'étude comportementale de Vazeux et al. (2020). Plus précisément, nous avons mesuré les compétences des participants en connaissance du nom et du son des lettres, en lecture de syllabes et en conscience phonologique (cf. Annexe n°4). Dans un premier temps, la connaissance du nom et du son des lettres a été évaluée à partir des quatre consonnes et des quatre voyelles utilisées par la suite lors des entraînements. Puis, une tâche de lecture de syllabes de structure CV a été proposée. Seize items ont été proposés parmi lesquels huit étaient des « syllabes apprises » pendant l'entraînement. Les huit autres items étaient des « syllabes non apprises » constituées des mêmes lettres mais avec une combinaison différente. Cette tâche a permis de s'assurer que les enfants n'étaient pas encore lecteurs lors du prétest. Enfin, les participants ont réalisé une tâche de suppression de phonème final d'une syllabe de structure CVC afin d'évaluer la conscience phonologique. Cette tâche est la plus appropriée pour mesurer la conscience phonologique et la plus prédictive du futur niveau en lecture (Hulme et al., 2002 ; Lerner & Lonigan, 2016 ; Muter et al., 2004). Vingt-quatre items ont été proposés parmi lesquels huit étaient des syllabes apprises pendant l'entraînement, huit étaient des syllabes non apprises (construites avec les mêmes lettres) et huit étaient des nouvelles syllabes dites autres (construites avec des nouvelles consonnes initiales). Cette dernière tâche était introduite par un exemple et deux essais. Une règle d'arrêt était administrée après quatre échecs consécutifs pour les syllabes apprises et après deux échecs consécutifs pour les syllabes non apprises et autres. Aucune correction n'a été proposée à l'enfant pendant la passation. L'expérimentateur notait pour chaque épreuve le score de l'enfant. Ces tâches ont été proposées en pré- et post-test.

Par ailleurs, lors du prétest, un temps d'explication de l'étude a été proposé ainsi qu'un questionnaire à l'intention des parents (cf. Annexe n°5). Celui-ci a permis de connaître la date de naissance de l'enfant, les langues maîtrisées par celui-ci, le niveau d'études des parents et

leur profession. Un autre a été proposé à l'attention de l'enfant afin de déterminer sa latéralité. Enfin, une mesure de l'intelligence non verbale (Matrices couleurs de Raven ; Raven, 2002) a été effectuée. Cette évaluation ainsi que les questionnaires ont été proposés uniquement lors du prétest.

.2.2. Les mesures électrophysiologiques

Suite aux mesures comportementales, les expérimentateurs ont procédé à la pose du matériel EEG permettant de mesurer l'activité électrique cérébrale. Un bonnet adapté était disposé sur la tête de l'enfant puis les expérimentateurs plaçaient 64 électrodes à l'aide d'un gel conducteur. Les participants ont ensuite réalisé une tâche de détection de répétition d'une durée d'environ onze minutes sur ordinateur. Cette tâche se décomposait en 9 blocs regroupant 60 séquences de syllabes, 60 séquences de consonnes et 60 séquences de symboles. Les syllabes et les consonnes utilisées correspondaient à celles travaillées durant les séances d'entraînement. Un bloc était composé de 30 séquences dont 6 séquences d'entraînement. Parmi les 24 séquences restantes, 4 étaient des répétitions immédiates. Pour chaque essai, une croix de fixation est apparue (pendant 400 ms) suivie d'un stimulus (pendant 700 ms) et d'un écran noir (pendant 1100 ms). Deux essais constituaient une séquence. À la fin de chaque séquence, les participants devaient appuyer sur la barre espace du clavier si le deuxième stimulus était identique au premier. Dans le cas contraire, l'expérimentateur lançait manuellement la séquence suivante.

.3. Phase d'entraînement

Une semaine maximum après le prétest, les participants ont bénéficié d'une phase d'entraînement spécifique selon leur groupe. Les entraînements étaient identiques à ceux proposés lors de l'étude comportementale de Vazeux et al. (2020). Cette phase était constituée de cinq séances d'entraînement de vingt minutes réparties sur deux semaines. Les séances 1 et 2 ont été réalisées la première semaine et les séances 3 à 5, la seconde semaine. Elles ont été réalisées dans le lieu de préférence des parents et hors temps scolaire.

Le groupe « lettre-phonème » travaillait sur quatre voyelles (A, I, O, U) et quatre consonnes (B, F, T, S). Quant au groupe « lettres-syllabe », il travaillait sur des syllabes combinant les voyelles et les consonnes du groupe « lettre-phonème ». Seize combinaisons syllabiques étaient donc possibles. Le groupe « lettres-syllabe » a été divisé en deux. L'un des sous-groupes travaillait sur la matrice 1 composée de huit syllabes sur seize (matrice 1 : BA, BI, FA, FI, SO, SU, TO, TU). L'autre sous-groupe travaillait sur la matrice 2 composée des huit syllabes restantes (matrice 2 : BO, BU, FO, FU, SA, SI, TA, TI). Ainsi, l'un des sous-groupes « lettres-syllabe » a appris la matrice 1 et les syllabes de la matrice 2 étaient donc considérées comme non apprises. Tandis que l'autre a appris la matrice 2 et les syllabes de la matrice 1 étaient considérées comme non apprises. Cela permettra de voir si les performances de l'enfant en post-test sont dues à un apprentissage des syllabes (réussite aux items appris) ou bien à un apprentissage des CGP permettant un décodage des syllabes (réussite aux items appris et non appris).

Chacun des groupes a appris huit lettres ou huit syllabes au total. Néanmoins, seulement quatre items ont été abordés à chaque séance. Ces dernières étaient composées d'un temps de lecture et d'un temps de jeu (de loto, de dé, d'appariement et de relais) à partir du matériel linguistique spécifique à chaque groupe. Le programme de chaque entraînement est

détaillé dans le Tableau 1. Le matériel utilisé était typographié en majuscules Calibri 72 noir sur fond blanc.

Tableau 1. Organisation des séances d'entraînement.

Groupe « lettres-syllabe »	Groupe « lettre-phonème »
<i>Séance 1</i> : lecture de syllabes, jeu de dé et jeu de loto.	<i>Séance 1</i> : lecture de lettres, jeu d'appariement, jeu de dé et jeu de loto.
<i>Séance 2</i> : lecture de syllabes, jeu de dé et jeu de loto.	<i>Séance 2</i> : lecture de lettres, jeu d'appariement, jeu de dé et jeu de loto.
<i>Séance 3</i> : lecture de syllabes, jeu de dé, jeu de loto et jeu de relais.	<i>Séance 3</i> : lecture de lettres, jeu de dé, jeu de loto et jeu de relais.
<i>Séance 4</i> : lecture de syllabes, jeu de dé, jeu de loto et jeu de relais.	<i>Séance 4</i> : lecture de lettres, jeu de dé, jeu de loto et jeu de relais.
<i>Séance 5</i> : introduction à la combinatoire.	<i>Séance 5</i> : introduction à la combinatoire.

Lors de la tâche de lecture, l'expérimentateur a lu une première fois les quatre syllabes ou les quatre lettres présentées sur un chevalet (cf. Annexe n°6). Le participant a effectué une relecture immédiate. Dans un second temps, l'enfant a effectué une nouvelle lecture des quatre items et l'expérimentateur a pu l'aider si nécessaire. Enfin, le participant a relu une dernière fois les quatre items en autonomie. Il devait les lire le plus rapidement possible. Le nom et le son de la lettre ont systématiquement été travaillés pour le groupe « lettre-phonème ». Lorsque le participant commettait une erreur, elle était immédiatement corrigée par l'expérimentateur.

Lors du jeu de dé, le participant et l'expérimentateur ont dû lire la syllabe ou la lettre (le nom et le son) écrite sur le dé pour avancer sur un plateau de jeu de trois cases (cf. Annexe n°7). Le dé comportait quatre syllabes ou quatre lettres et deux faces blanches pour rejouer. Le jeu se terminait lorsque les deux joueurs étaient arrivés sur la dernière case. L'expérimentateur pouvait aider l'enfant s'il manifestait des difficultés de lecture. Lorsqu'il commettait une erreur, l'expérimentateur la corrigeait immédiatement.

Lors du jeu de loto, l'enfant devait identifier sur sa grille de loto la lettre ou la syllabe correspondant à l'item prononcé par l'expérimentateur (cf. Annexe n°8). Ce dernier validait sa réponse ou lui fournissait une correction. Ensuite, c'était au tour de l'enfant de produire une syllabe ou un phonème et à l'examineur d'identifier la lettre ou la syllabe correspondant sur sa propre grille. L'expérimentateur devait faire en sorte que l'enfant ait reconnu et prononcé les quatre syllabes d'entraînement.

Le jeu d'appariement était uniquement proposé au groupe « lettre-phonème » afin d'équilibrer la durée de la séance d'entraînement. Le participant devait associer le plus rapidement possible chaque image de sa grille à la carte avec la lettre initiale correspondante (cf. Annexe n°9). L'expérimentateur faisait la même chose avec sa propre grille.

Lors du jeu de relais, l'enfant et l'examineur devait se positionner dans des endroits différents de la pièce de manière espacée. Les deux joueurs avaient une barquette disposée devant eux avec les quatre syllabes ou les quatre lettres. L'expérimentateur devait piocher un item et passer commande à l'enfant (« Va me cherche la syllabe ou la lettre ... »). L'enfant devait sélectionner dans sa propre barquette l'item commandé (cf. Annexe n°10). Il vérifiait avec l'expérimentateur si les items étaient identiques. Si oui, l'expérimentateur piochait un nouvel item, si non l'enfant devait retourner chercher la bonne carte. L'expérimentateur commandait les quatre items entraînés puis les rôles s'inversaient.

Lors de l'introduction à la combinatoire, le participant apprenait à coder et à décoder. Le groupe « lettres-syllabe » a commencé par une étape de segmentation. L'expérimentateur présentait une syllabe au participant et la décomposait en lettres. Cette étape était verbalisée et mimée. L'expérimentateur donnait ensuite à l'enfant les cartes lettres (cf. Annexe n°11) et pour l'ensemble des syllabes entraînées, il lui demandait « Si je veux écrire la syllabe ..., quelle lettre dois-je prendre ? ». La seconde étape permettait de travailler l'assemblage. L'expérimentateur présentait deux lettres au participant et les assemblait pour former une syllabe. Cette étape était verbalisée et mimée. L'expérimentateur demandait ensuite à l'enfant « A toi de deviner maintenant : si je prends la lettre ... qui fait le son /.../ avec la lettre ..., comment ça se lit ? ». La dernière étape de la séance d'introduction à la combinatoire était le jeu de dés. Les joueurs ont utilisé le plateau avec les syllabes travaillées et deux dés avec les lettres correspondantes. Chacun leur tour, ils lançaient les dés et lisaient la syllabe produite. Pour le groupe « lettre-phonème », l'expérimentateur et l'enfant ont commencé par l'étape de l'assemblage, puis ont effectué le jeu de dés et ont terminé la séance par l'étape de la segmentation.

.4. Traitement des données

Les données ont été recueillies, anonymisées et saisies informatiquement par les expérimentateurs. Elles ont été stockées au sein du laboratoire SCALab de l'Université de Lille. Les données nominatives ont été conservées par la coordinatrice du projet, madame Gwendoline Mahé. Les informations reliant le numéro d'anonymat du sujet et les données nominatives ont été effacées après le post-test. Les participants ont eu un droit de retrait jusqu'à l'effacement du fichier de correspondance.

.4.1. Données comportementales

Chaque test comportemental a été coté de la manière suivante : un point pour chaque bonne réponse et zéro point pour une réponse erronée ou absente. Les données comportementales nous ont permis d'apparier les groupes.

.4.2. Données électrophysiologiques

Les composantes P100 et N170 ont été enregistrées. Initialement, l'amplitude des deux ondes devait être quantifiée. La première composante, la P100, est un potentiel électrique positif qui se manifeste environ 174 ms après l'exposition à un stimulus visuel. Cette composante est le marqueur d'un traitement visuel cérébral. Il s'agit donc d'une mesure contrôle. En effet, elle devrait être systématiquement présente et son amplitude ne devrait pas différer quel que soit le moment de l'évaluation, le groupe d'entraînement ou la condition de passation. La deuxième composante est la N170. Comme nous l'avons vu précédemment, il s'agit d'un potentiel électrique négatif qui apparaît environ 150 à 250 ms après l'exposition à un stimulus visuel. Son amplitude et sa topographie sont différentes selon les stimuli proposés (i.e. langagiers vs non langagiers). Initialement, des ANOVAs (Analysis of variance) auraient dû être effectuées avec le facteur intergroupes (« lettre-phonème » ; « lettres-syllabe ») et les facteurs intragroupes, le moment (prétest ; post-test), le type d'item (syllabes ; consonnes ; symboles) et l'hémisphère (droit ; gauche). Ainsi, nous aurions pu observer l'évolution de la topographie et de l'amplitude de la composante N170 en fonction du groupe d'entraînement, du moment et du type d'item.

Résultats

Du fait des conditions sanitaires actuelles, aucune nouvelle donnée n'a été récoltée depuis mars 2020. Cette analyse portera donc sur les résultats de deux participants inclus avant la crise sanitaire. Ils ont tous les deux bénéficié de l'entraînement « lettres-syllabe ». Du fait du nombre de participant, les ANOVAs n'ont pas été réalisées. Ainsi, seules les topographies des composantes seront analysées et comparées qualitativement.

.1. Données générales

Les données générales récoltées sur les participants sont recensées dans le Tableau 2.

Tableau 2. Données générales récoltées.

Données récoltées		Participant 1	Participant 2
Sexe		filles	garçon
Age		5 ans 5 mois	5 ans 1 mois
Langue maternelle		française	française et soussou
Latéralité		droitière	droitier
Vue		normale	normale
NSE (profession, niveau d'études)	Père	commerçant, titulaire BAC +6	agent de sécurité, BAC +2
	Mère	commerçante, titulaire d'un BEP	au foyer, BAC

.2. Données comportementales

Les résultats récoltés aux tests comportementaux sont recensés dans le Tableau 3.

Tableau 3. Données comportementales récoltées.

Données récoltées		Participant 1		Participant 2	
Groupes		lettres-syllabe		lettres- syllabe	
Matrices		1		2	
		Prétest	Post-test	Prétest	Post-test
Connaissance du nom et du son des lettres		12/12	12/12	12/12	12/12
Lecture de syllabes	syllabes apprises	7/8	8/8	0/8	5/8
	syllabes non apprises	8/8	8/8	0/8	0/8
	total	15/16	16/16	0/16	5/16
Conscience phonologique (suppression du phonème final)	syllabes apprises	2/8	8/8	4/8	8/8
	syllabes non apprises	0/8	8/8	4/8	8/8
	syllabes autres	0/8	6/8	7/8	8/8
	total	2/24	22/24	15/24	24/24

Lors du prétest, la participante 1 a obtenu d'excellents scores à la tâche de connaissance des lettres et de lecture de syllabes. Ses scores en conscience phonologique étaient très faibles. Lors du post-test, elle a obtenu des scores excellents lors de l'intégralité des tests comportementaux. Son score en connaissance des lettres reste parfait. Elle a gagné un point en lecture de syllabes (sur les syllabes apprises) et a obtenu un score parfait de 16/16.

D'autre part, son score en conscience phonologique a augmenté de vingt points. Ses scores se sont améliorés pour l'ensemble des syllabes. Elle gagne six points sur les syllabes apprises et « autres », et huit sur les non apprises.

Lors du prétest, le participant 2 a parfaitement réussi la tâche de connaissance des lettres. En revanche, ses scores sont nuls à la tâche de lecture de syllabes et faibles en conscience syllabique. Lors du post-test, il a obtenu de nouveau des scores excellents lors de la tâche de connaissance des lettres. Il s'est amélioré en lecture de syllabes, en effet, il a gagné cinq points sur les syllabes apprises. Son score reste nul sur les syllabes non apprises. En conscience phonologique, il a obtenu un score parfait et s'est amélioré sur l'ensemble des syllabes. Son score a augmenté de quatre points sur les syllabes apprises et non apprises et d'un point pour les autres syllabes.

.3. Données électrophysiologiques

Deux composantes ERP ont été analysées : la P100 et la N170. L'analyse des EEG des participants a permis d'obtenir des topographies pour chaque composante. Leur lecture se fait de la même manière que des coupes transversales (cf. Figure 3).

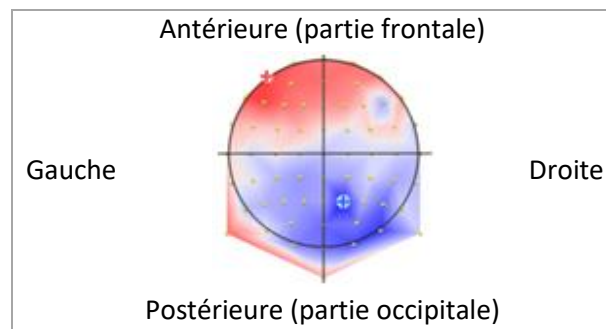


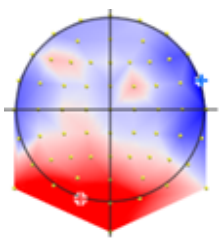
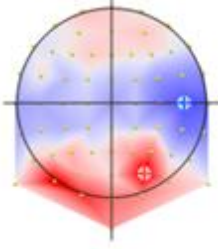
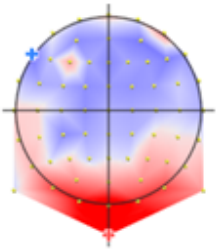
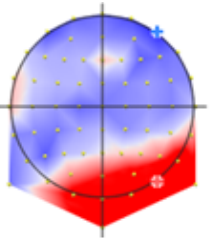
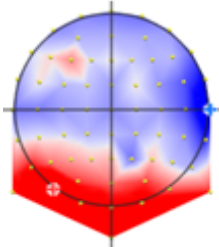
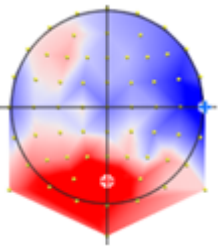
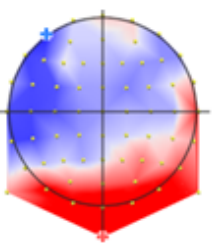
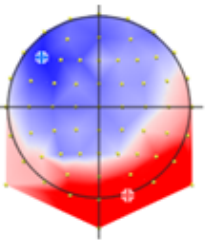
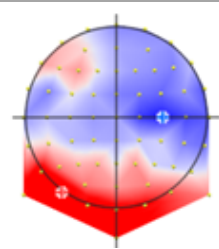
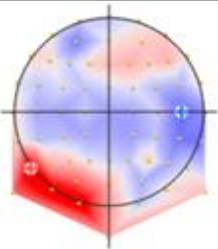
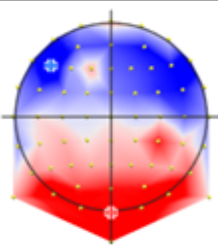
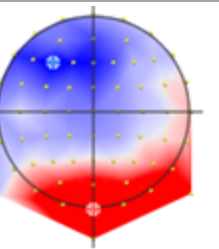
Figure 3. Lecture de topographie d'EEG.

Les tracés rouges et bleus symbolisent des signaux électriques respectivement positifs et négatifs. L'intensité de la coloration est corrélée à l'amplitude de l'ERP. Plus la couleur est intense, plus l'amplitude de l'ERP est importante et inversement. Des croix rouges et bleues marquent respectivement la topographie de l'ERP avec l'amplitude la plus importante positive et négative. Aucune donnée chiffrée caractérisant l'amplitude de l'onde n'a été mesurée du fait du nombre de participant.

.3.1. Composante P100 à 174 ms

Les données récoltées lors des mesures électrophysiologiques sont recensées dans le Tableau 4.

Tableau 4. Données électrophysiologiques récoltées – topographies de la P100 à 174 ms.

Données récoltées		Participant 1		Participant 2	
Groupes		lettres-syllabe		lettres- syllabe	
Matrices		1		2	
		Prétest	Post-test	Prétest	Post-test
Détection de répétition (EEG)	symboles				
	consonnes				
	syllabes				

Cette composante correspondant au traitement visuel de base de tout stimulus visuel, nous nous attendions à observer un signal identique quel que soit le moment, la condition, ou le groupe. Les topographies de la participante 1 en pré- et post-test sont compatibles avec la topographie classique de la composante P100, avec des positivités postérieures bilatérales. De même pour le participant 2, nous constatons un signal positif postérieur bilatéral pour l'ensemble des conditions en pré- et post-test.

.3.2. Composante N170 à 250 ms

Les données électrophysiologiques sont recensées dans le Tableau 5.

Tableau 5. Données électrophysiologiques récoltées – topographies de la N170 à 250 ms.

Données récoltées		Participant 1		Participant 2	
Groupes		lettres-syllabe		lettres- syllabe	
Matrices		1		2	
		Prétest	Post-test	Prétest	Post-test
Détection de répétition (EEG)	symboles				
	consonnes				
	syllabes				

Les topographies de la participante 1 en prétest à 250 ms sont compatibles avec la topographie classique de la composante N170, avec une distribution des négativités dans la zone occipito-temporale de manière bilatérale ou latéralisée à gauche (Brandeis et al., 1995 ; Brem et al., 2005 ; Dehaene, 1995 ; Maurer et al., 2005 ; Rossion et al., 2003 ; Vitacco et al., 2002). L'amplitude des négativités semble plus importante dans les conditions syllabes et consonnes que dans la condition symboles. Nous constatons aussi que l'amplitude maximale des négativités est latéralisée à gauche dans la condition syllabes par rapport aux conditions consonnes et symboles. En post-test, l'amplitude du signal négatif semble plus faible et sa topographie postérieure est moins marquée dans l'ensemble des conditions par rapport au prétest.

Les topographies du participant 2 en prétest ne mettent pas en évidence de signal négatif occipito-temporal quelle que soit la condition. De même pour la condition symboles en post-test. Néanmoins, pour les conditions consonnes et syllabes en post-test, nous constatons une topographie occipito-temporale bilatérale négative avec une amplitude maximale latéralisée à gauche typique de la N170. Une fois de plus, l'amplitude des négativités semble plus importante dans la condition syllabes que consonnes.

Discussion

L'objectif premier de ce mémoire est d'identifier laquelle de ces deux unités phonologiques, le phonème et la syllabe, est la plus favorable à l'apprentissage des CGP et à la spécialisation cérébrale pour l'écrit. Pour ce faire, nous avons proposé l'entraînement « lettres-syllabe » à deux participants. Au regard des études précédentes, nous nous attendions à une amélioration des mesures comportementales significativement plus importantes chez les enfants ayant bénéficié de l'entraînement « lettres-syllabe » par rapport à ceux ayant bénéficié d'un entraînement « lettre-phonème ». D'autre part, parmi les mesures électrophysiologiques, nous nous attendions à observer une amplitude de la composante N170 et une latéralisation gauche plus importantes aux post-tests qu'aux prétests pour les deux groupes, lors de la présentation de stimuli visuels langagiers par rapport à des stimuli visuels non langagiers (i.e., des symboles). En accord avec l'hypothèse du pont syllabique, ces deux effets devraient être plus importants chez les participants ayant suivi l'entraînement « lettres-syllabe » par rapport à ceux ayant suivi l'entraînement « lettre-phonème ».

.1. Analyse des résultats obtenus

.1.1. Participante 1

.1.1.1. Données comportementales

La participante 1 a obtenu dès le prétest d'excellents scores en connaissance du nom et du son des lettres et en lecture de syllabes apprises et non apprises. Ses résultats comportementaux témoignent donc d'une acquisition des CGP dès le prétest. Seule la conscience phonologique était faible en prétest. Ses résultats ont augmenté après l'entraînement « lettres-syllabe » pour l'ensemble des items (i.e. syllabes apprises, non apprises et autres). Ses compétences en conscience phonologique se sont donc améliorées et généralisées. Il n'est pas surprenant d'observer une poursuite de l'amélioration de la conscience phonologique durant l'acquisition des CGP. En effet, cette compétence continue de se développer et de s'affiner avec l'apprentissage de la lecture (Bosse & Zagar, 2016 ; Ecalle et al., 2002).

.1.1.2. Données électrophysiologiques

Les topographies en prétest mettaient en évidence des négativités postérieures typiques de la N170 plus importantes qu'en post-test. Effectivement, les négativités semblaient plus importantes pour les conditions langagières (i.e. syllabes et consonnes) par rapport à la condition non langagière (i.e. symboles) en prétest. En outre, l'amplitude maximale des négativités était latéralisée à gauche dans la condition syllabes par rapport à la condition consonnes. Tandis qu'en post-test, les topographies de la composante ne semblent pas se distinguer selon les conditions. Ses résultats électrophysiologiques attestent donc d'une spécialisation cérébrale pour l'écrit dès le prétest. Par conséquent, cette dernière est moins visible sur les topographies en post-test du fait d'une réduction de l'amplitude de la composante N170 comme cela est habituellement observé une fois le processus de lecture automatisé (Maurer et al., 2006 ; Maurer et al., 2011).

Ainsi, d'après ses données comportementales et électrophysiologiques, nous pouvons en conclure que cette participante était déjà entrée dans l'apprentissage de la lecture. Afin

d'éviter d'avoir de nouveau des profils d'enfants apprentis lecteurs, un critère d'exclusion a été intégré au protocole. Un score supérieur à 8/16 en lecture de syllabes lors du prétest entraînera une exclusion du participant.

.1.2. Participant 2

.1.2.1. Données comportementales

Le participant 2 maîtrisait un des deux prérequis à la lecture dès le prétest : la connaissance du nom et du son des lettres. Contrairement à la participante 1, ses scores en lecture de syllabes étaient nuls. Ses résultats comportementaux témoignent d'une méconnaissance des CGP lors du prétest. Lors du post-test, il obtient d'excellents résultats aux deux tâches évaluant les prérequis à la lecture et il améliore son score brut en lecture de syllabes apprises même s'il ne plafonne pas (il passe de 0 à 5/8). Son score en lecture de syllabes non apprises reste nul. Ainsi, ces résultats ne permettent pas de conclure quant à l'acquisition des CGP. Le participant a pu lire les syllabes entraînées sans forcément généraliser cette compétence. Tout comme pour la participante 1, l'entraînement « lettres-syllabe » a permis une amélioration globale de la conscience phonologique. En effet, ses résultats se sont améliorés pour les syllabes apprises, non apprises et autres.

.1.2.2. Données électrophysiologiques

Contrairement au prétest, ses topographies en post-test sont typiques de celles de la composante N170. Effectivement, les négativités de la composante N170 semblent plus importantes pour les conditions langagières (i.e. syllabes et consonnes) que pour la condition non langagière (i.e. symboles). Par ailleurs, les négativités occipito-temporales bilatérales de la composante N170 semblent plus importantes dans la condition syllabes par rapport à la condition consonnes.

Ainsi, d'après ses données comportementales et électrophysiologiques, le participant 2 était bien prélecteur lors du prétest. Les résultats comportementaux témoignent d'une amélioration des prérequis à la lecture et d'un début d'acquisition des CGP. Les résultats électrophysiologiques suggèrent une spécialisation cérébrale pour l'écrit consécutivement à l'entraînement. Ces données sont donc en faveur d'un bénéfice de l'entraînement syllabique. Il serait intéressant de comparer ces résultats avec ceux d'un participant ayant bénéficié d'un entraînement « lettre-phonème ».

En somme, les deux participants ont progressé en lecture de syllabes suite à leur entraînement « lettres-syllabe ». Leur conscience phonologique respective s'est aussi améliorée consécutivement à l'entraînement, corroborant les résultats de l'étude de Vazeux et al. (2020). Enfin, les données électrophysiologiques du participant 2 sont en faveur d'un bénéfice de l'entraînement syllabique sur la spécialisation cérébrale pour l'écrit. Cependant, afin de répondre à l'ensemble de nos hypothèses, il est nécessaire d'inclure plus de participants et de réaliser des comparaisons intergroupes.

.2. Perspectives de cette étude

Du fait des conditions sanitaires, l'inclusion de nouveaux participants n'a pas pu être réalisée depuis mars 2020. Ainsi, nous avons analysé les résultats et les profils des participants inclus au préalable. Ils ont tous les deux bénéficié d'un entraînement « lettres-syllabe ». L'analyse proposée dans ce mémoire ne permet donc pas de réaliser une

comparaison selon le groupe d'entraînement. En effet, nous avons pu seulement comparer les facteurs intragroupe : le moment (prétest ; post-test) et le type d'item (syllabes ; consonnes ; symboles). Ainsi, ces résultats ne nous permettent pas de répondre à notre problématique.

L'objectif à plus long terme est donc de reprendre l'inclusion d'enfants prélecteurs afin de proposer les deux entraînements. Une quantité suffisante de participants permettra de réaliser des analyses statistiques sur les données comportementales et électrophysiologiques. L'objectif étant d'inclure environ 40 participants. Un critère d'exclusion a été ajouté et l'inclusion pourra être étendue aux enfants scolarisés en moyenne section de maternelle. Cela permettra d'écarter les enfants ayant déjà débuté l'apprentissage de la lecture tout en s'assurant que les participants inclus sont bien prélecteurs. Par ailleurs, la méthodologie des entraînements sera sûrement modifiée. Lors de la dernière séance, une introduction à la combinatoire était proposée aux participants. Cette activité pourrait biaiser les mesures EEG. En effet, il faut s'assurer que les effets observés lors du post-test sont bien dus à l'entraînement, quel qu'il soit, et non à cette séance d'apprentissage de la combinatoire. Ainsi, elle sera sûrement remplacée par une séance de révision des jeux déjà effectués.

Malgré le manque de données récoltées, nous pouvons émettre des hypothèses plus précises quant aux résultats. Effectivement, le protocole expérimental détaillé dans ce mémoire s'appuyait sur celui proposé par Vazeux et al. (2020). Les mesures comportementales et les groupes d'entraînement sont identiques. Ainsi, au regard des résultats obtenus dans cette étude comportementale, nous pouvons émettre les hypothèses suivantes.

.2.1. Hypothèses concernant les données comportementales

Lors de l'évaluation des connaissances du nom et du son des lettres, nous nous attendons à observer une amélioration des scores bruts en post-test par rapport au prétest pour les deux groupes. Cette amélioration devrait être significativement plus importante pour le groupe « lettres-syllabe ». Lors de la tâche de lecture de syllabes, nous nous attendons à observer un score inférieur ou égal à 8/16 en prétest. En effet, les participants inclus sont non lecteurs ou apprentis lecteurs et tout enfant ayant un score strictement supérieur à 8/16 sera exclu de l'étude. En post-test, nous devrions observer une augmentation des scores bruts autant en lecture de syllabes apprises que non apprises montrant un apprentissage des CGP et une généralisation de cet apprentissage. Cet effet devrait être significativement plus important pour le groupe « lettres-syllabe » que le groupe « lettre-phonème ». Lors de l'évaluation de la conscience phonologique, nous nous attendons à observer une amélioration des scores bruts en post-test par rapport au prétest pour l'ensemble des syllabes (i.e. apprises, non apprises et autres) témoignant d'une généralisation de cette compétence. En outre, nous nous attendons à observer une amélioration significativement plus importante pour les participants du groupe « lettres-syllabe » par rapport au groupe « lettre-phonème » notamment sur les syllabes apprises et non apprises.

D'autre part, l'étude comportementale de Vazeux et al. (2020) a mis en évidence différents profils d'apprentis lecteurs selon leurs résultats lors des tests comportementaux au prétest (cf. Figure 4). Le groupe H-L (High phonemic awareness – Low letter name knowledge) regroupe les participants qui ont eu un score strictement supérieur à la moyenne en conscience phonologique et inférieur ou égal à la moyenne en connaissance du nom et du son des lettres. À l'inverse, le groupe L-H (Low phonemic awareness – High letter name knowledge) regroupe les participants qui ont eu un score inférieur ou égal à la moyenne en conscience phonologique et strictement supérieur à la moyenne en connaissance du nom et du

son des lettres. Le groupe H-H (High phonemic awareness – High letter name knowledge) regroupe les participants qui ont eu des scores strictement supérieurs à la moyenne en conscience phonologique et en connaissance du nom et du son des lettres. À l'inverse, le groupe L-L (low phonemic awareness – Low letter name knowledge) regroupe les participants qui ont eu des scores inférieurs ou égaux à la moyenne en conscience phonologique et en connaissance du nom et du son des lettres.

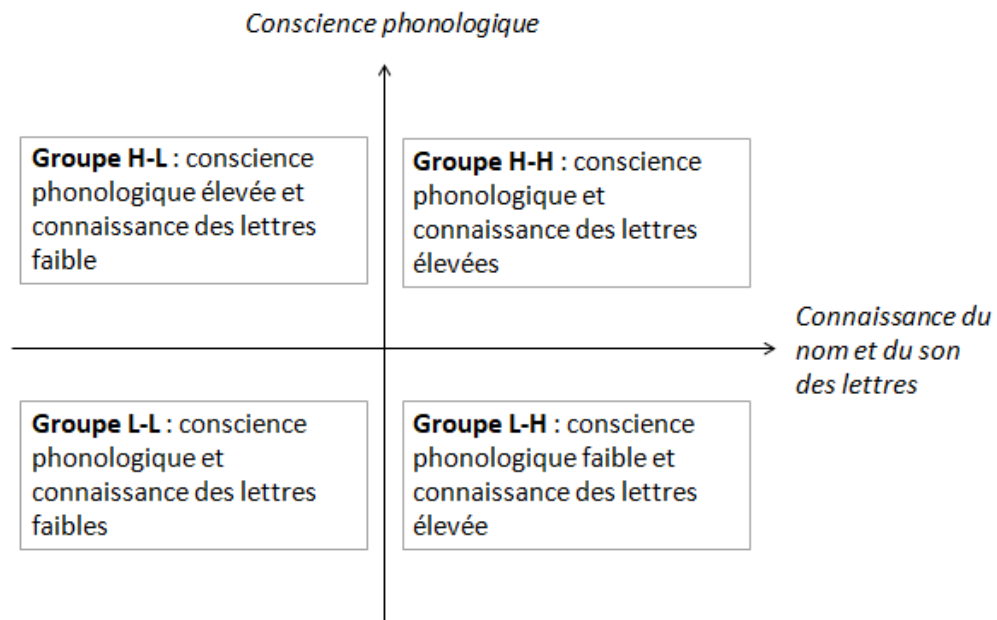


Figure 4. Sous-groupes d'apprentis lecteurs.

Le groupe L-H regroupait 49,5% des participants contre 29,2% pour le groupe H-H, 16,2% pour le groupe L-L, et 4,9% pour le groupe H-L. Cette répartition a amené les auteurs d'une part, à évoquer une progression développementale des compétences en lecture : la connaissance du nom et du son des lettres se développerait avant la conscience phonémique. En effet, parmi les prélecteurs, 78,7 % d'entre eux avaient une connaissance du nom et du son des lettres élevée au prétest. Cette étude permettra de vérifier cette hypothèse. D'autre part, les résultats selon ces groupes ont mis en évidence que les participants ayant une bonne connaissance initiale du nom et du son des lettres, quel que soit leur niveau en conscience phonologique (groupes H-H et L-H), avaient plus bénéficié de l'entraînement « lettres-syllabe » que les participants ayant une faible connaissance du nom et du son des lettres (groupes H-L et L-L) et ayant suivi le même entraînement. C'est-à-dire que pour les participants des groupes H-H et L-H, leur conscience phonologique s'est significativement plus améliorée lorsqu'ils avaient bénéficié de l'entraînement « lettres-syllabe » par rapport aux participants avec les mêmes compétences initiales mais ayant bénéficié de l'entraînement « lettre-phonème ». Cette dissociation, selon le groupe d'entraînement, n'a pas été retrouvée chez les participants des groupes H-L et L-L. L'amélioration de la conscience phonologique chez les participants des groupes H-L et L-L était identique quel que soit leur groupe d'entraînement. Ils émettent donc l'hypothèse que la connaissance du nom et du son des lettres est un prérequis pour tirer avantage d'un travail syllabique. Nous supposons que nous retrouverons des résultats similaires aux données comportementales lors de la poursuite de l'étude.

.2.2. Hypothèses concernant les données électrophysiologiques

Concernant les données électrophysiologiques, nous nous attendons tout d'abord à observer une différence significative de l'amplitude et de la topographie de la composante N170 selon les stimuli de la tâche de détection de répétition. En effet, l'amplitude de la N170 devrait être significativement plus importante dans les conditions langagières (i.e. syllabes et consonnes) que dans la condition non langagière (i.e. symboles) en post-test. De même, nous émettons l'hypothèse que l'activité cérébrale serait significativement plus latéralisée à gauche dans les conditions langagières (i.e. syllabes et consonnes) que dans la condition non langagière (i.e. symboles) en post-test. Enfin, nous supposons que ces effets soient significativement plus importants pour le groupe ayant bénéficié d'un entraînement « lettres-syllabe » comparativement au groupe ayant bénéficié d'un entraînement « lettre-phonème ». Nous nous attendons donc à une interaction entre le moment (prétest ; post-test), le type d'item (syllabes ; consonnes ; symboles) et le groupe d'entraînement (« lettres-syllabe » ; « lettre-phonème »).

Pour approfondir ces hypothèses, nous pouvons supposer que nous obtiendrons des données électrophysiologiques différentes selon les sous-groupes d'apprentis lecteurs décrits par Vazeux et al. (2020). Ils ont observé des effets significativement plus importants sur l'évolution de la conscience phonologique, consécutivement à l'entraînement « lettres-syllabe » par rapport à l'entraînement « lettre-phonème », seulement pour les enfants ayant une bonne connaissance initiale du nom et du son des lettres (groupes H-H et L-H). Or, Sacchi et Laszlo (2016) ont observé chez des enfants prélecteurs, avec une conscience phonologique très développée, une latéralisation gauche plus importante de la composante N170 en EEG par rapport à des enfants ayant une conscience phonologique plus faible. Ainsi, nous supposons que les topographies de la composante N170 seront plus typiques chez les enfants ayant bénéficié de l'entraînement « lettres-syllabe » par rapport à ceux ayant bénéficié de l'entraînement « lettre-phonème », seulement dans le cas où ils obtiendraient des résultats strictement supérieurs à la moyenne en connaissance du nom et du son des lettres en prétest. Plus précisément, les topographies mettront en évidence une distribution des négativités dans la zone occipito-temporale gauche plus importante suite à un entraînement « lettres-syllabe » que suite à un entraînement « lettre-phonème ».

Par ailleurs, indépendamment des sous-groupes d'apprentis lecteurs décrits par Vazeux et al. (2020), nous avons observé que les négativités occipito-temporales de la composante N170 semblaient plus importantes dans la condition syllabes par rapport à la condition consonnes chez les deux participants. Cette différence entre la condition syllabes et consonnes n'était pas attendue. Il est donc nécessaire, d'une part d'avoir plus de données pour savoir si cette différence est significative. Et d'autre part, de comparer ces observations à des topographies de participants ayant bénéficié de l'entraînement « lettre-phonème » afin de les interpréter. Nous pouvons émettre comme première hypothèse que pour l'ensemble des participants, quel que soit leur entraînement, les amplitudes de la composante N170 seront plus importantes dans la condition syllabes que dans la condition consonnes. Mahé et al. (2012) ont observé chez des adultes lecteurs que l'amplitude de la composante N170 était plus importante pour des mots comparativement à des pseudomots et des consonnes. Or, dans la tâche de détection de répétitions réalisée pendant l'EEG, certaines séquences de deux syllabes forment des mots. Ainsi, la constitution des items de la tâche pourrait être une explication envisageable. Nous pouvons émettre comme deuxième hypothèse, que l'amplitude de la N170

soit plus importante dans la condition syllabes que dans la condition consonnes chez les participants ayant bénéficié d'un entraînement « lettres-syllabes » et qu'à l'inverse, l'amplitude de la N170 soit plus importante dans la condition consonnes que dans la condition syllabes chez les participants ayant bénéficié d'un entraînement « lettre-phonème ». Ces spécificités électrophysiologiques seraient alors plutôt dues au matériel linguistique des entraînements.

.3. Perspectives pédagogiques et orthophoniques

Pour rappel, cette étude a pour objectif premier d'identifier quelle unité phonologique est la plus bénéfique à l'apprentissage des CGP, le phonème ou la syllabe. Ces recherches sur l'impact de l'unité syllabique permettront dans un second temps de proposer des protocoles pédagogiques et de remédiation à destination d'enfants présentant des difficultés d'apprentissage de la lecture, voire des troubles.

.3.1. Intervention chez des enfants tout-venant et/ou faibles lecteurs

Certaines études ont proposé des protocoles d'entraînement syllabique afin d'améliorer l'apprentissage de la lecture. En effet, Gallet et al. (2019), ont proposé un protocole d'entraînement basé sur l'unité syllabique pour améliorer les compétences en décodage d'enfants scolarisés. Ils ont proposé cette intervention à des enfants tout-venant scolarisés du CE1 au CM2. Leurs résultats ont mis en évidence une amélioration de l'identification des mots écrits suite à l'intervention syllabique.

D'autres études ont proposé des protocoles à l'intention d'enfants considérés comme faibles lecteurs. C'est le cas de l'étude d'Ecalte et al. (2009). Ils ont soumis deux programmes d'entraînement informatisés à des faibles lecteurs scolarisés en CP. L'un permettait de travailler la segmentation syllabique des mots. Une syllabe s'affichait à l'écran et le participant entendait un mot. Il devait identifier la position de la syllabe cible dans le mot cible (initiale, médiane ou finale). Un feedback correctif était ensuite proposé. Le deuxième programme travaillait la reconnaissance globale de mots. Le participant entendait un mot et devait le sélectionner sur l'ordinateur parmi une liste de trois mots. Les enfants ont bénéficié de dix heures d'entraînement (quinze minutes par jour pendant cinq semaines). Les participants ayant réalisé l'entraînement syllabique obtinrent de meilleurs résultats en lecture et en orthographe en post-test que ceux ayant réalisé l'entraînement de reconnaissance globale.

Une seconde étude a proposé un entraînement syllabique parmi d'autres interventions à des enfants faibles lecteurs en CP et en CE1 (Ecalte et al., 2013). Les auteurs ont créé trois interventions : un entraînement grapho-syllabique (tâche de segmentation syllabique), un entraînement grapho-phonémique (tâche de discrimination phonémique) et des activités non langagières scolaires. Les participants ont été répartis dans ces trois groupes d'intervention. Ils ont tous bénéficié de 10h d'entraînement. Les enfants ayant bénéficié de l'entraînement grapho-syllabique étaient significativement meilleurs en lecture à voix haute après l'intervention que ceux ayant bénéficié des deux autres interventions. Ainsi, un entraînement spécifique sur l'unité syllabique semble avoir des effets bénéfiques sur les compétences de lecture auprès d'enfants tout-venant et/ou faibles lecteurs. Dans la lignée de ces travaux, nous pouvons nous demander si ces protocoles ont un intérêt auprès d'enfants présentant des difficultés sévères et persistantes dans l'apprentissage de la lecture.

.3.2. Intervention chez des enfants présentant des troubles développementaux ou langagiers

.3.2.1. Les troubles développementaux et langagiers

Parmi les troubles pouvant bénéficier d'une rééducation orthophonique, nous nous intéresserons plus précisément au TDL et au TSAp avec déficit de la lecture, communément appelé dyslexie. Tout d'abord, le TDL, anciennement appelé dysphasie, est un trouble sévère et persistant du langage oral, impactant les versants réceptif et/ou expressif et les domaines phonologique et/ou lexical et/ou syntaxique. Ce trouble se manifeste en l'absence d'étiologie avérée et d'atteinte de l'intelligence (Bishop et al., 2017). Ainsi les profils des enfants TDL sont très variés. Cependant, deux atteintes sont fréquemment retrouvées : un déficit de la programmation syntaxique et/ou une atteinte de la mémoire auditivo-verbale phonologique (Bishop et al., 2006). Comme nous l'avons développé précédemment, l'apprentissage de la lecture mobilise plusieurs compétences langagières. Une atteinte de ces habiletés peut induire des difficultés d'apprentissage de la lecture. En effet, de nombreux enfants présentant des difficultés en langage oral présentent conjointement des difficultés dans l'identification et la reconnaissance des mots écrits et inversement (McArthur et al., 2000).

Ensuite, la dyslexie est un trouble neurodéveloppemental de l'apprentissage du langage écrit qui est spécifique, durable, persistant et ayant des répercussions sur la réussite scolaire et/ou les activités de la vie quotidienne (Ecalte & Magnan, 2006). Il se manifeste par un trouble de la lecture et de l'orthographe (Lyon et al., 2003). Ces déficits seraient initialement liés à des difficultés phonologiques. En effet, ces enfants présentent une atteinte de la conscience phonologique et de la mémoire auditivo-verbale phonologique, ainsi que des difficultés d'accès aux représentations phonologiques (Araújo et al., 2010; Martinez Perez et al., 2013; Melby-Lervåg et al., 2012; Wagner & Torgesen, 1987). D'après Doignon-Camus et al. (2013), les difficultés phonologiques ne sont pas restreintes à l'unité phonémique. En effet, lors d'une tâche basée sur le paradigme des conjonctions illusoires, les auteurs ont constaté que les enfants dyslexiques étaient sensibles aux redondances orthographiques lors du traitement du langage écrit, comme les enfants tout-venant. Cependant, à l'inverse de ces derniers, ils ne s'appuient pas sur l'unité syllabique pour traiter les mots écrits. Sont-ils alors susceptibles de bénéficier d'un entraînement syllabique ?

.3.2.2. Bénéfices d'un entraînement syllabique

L'étude n°6 présentée dans la thèse de Vazeux (2021, p.188) propose un entraînement syllabique auprès de trois enfants à risque de développer des difficultés d'apprentissage de la lecture puisqu'ils ont été diagnostiqués TDL. Ils étaient scolarisés en Unité Locale d'Inclusion Scolaire (ULIS) soit en CE1 soit en CE2. L'hypothèse de cette étude est qu'un entraînement syllabique pourrait aider ces enfants à développer leurs compétences en conscience phonologique et en lecture. Pour ce faire, l'entraînement « lettres-syllabes » décrit dans ce mémoire leur a été proposé en méthodologie SCED (Single Case Experimental Design) avec un protocole AB à bases multiples. Les participants ont bénéficié de quatorze séances d'entraînement au total systématiquement suivies de mesures répétées. Les mesures répétées étaient constituées de deux tâches de conscience phonémique (i.e., identification du phonème commun et suppression du phonème initial) et d'une tâche de lecture de pseudomots (mono-, bi- et trissyllabiques). Lors de la première et dernière mesure répétée, deux tâches ont été

ajoutées : une, évaluant la connaissance du nom et du son des lettres et l'autre, évaluant la conscience syllabique (i.e. suppression de la syllabe initiale). Durant la phase A constituant la ligne de base, l'entraînement proposé était non langagier et composé de jeux mathématiques, graphiques, de logique ou de manipulation. Cinq séances (constituées de l'entraînement et des mesures) au minimum ont été réalisées avant l'introduction séquentielle de la phase B, interventionnelle. Durant cette deuxième phase expérimentale, les enfants ont bénéficié de l'entraînement « lettres-syllabe » toujours suivi des mêmes mesures répétées. Cinq séances (constituées de l'entraînement et des mesures) ont été réalisées en phase B. Les résultats ont mis en évidence des progrès significatifs dans au moins une des mesures pour chaque enfant. Le premier participant a progressé en conscience syllabique et en connaissance du nom et du son des lettres après l'entraînement « lettres-syllabe ». Sa lecture à voix haute de pseudomots était significativement plus rapide. La manipulation phonémique, quant à elle, a peu évolué, elle était possible uniquement sur les items les plus simples. Le deuxième participant a aussi progressé en connaissance du nom et du son des lettres après l'intervention. Sa lecture à voix haute de pseudomots s'est significativement améliorée en exactitude. Peu de progrès ont été constatés en manipulation phonologique, autant phonémique que syllabique. Enfin, le troisième participant a, comme les deux autres, progressé en connaissance du nom et du son des lettres. Sa lecture à voix haute de pseudomots s'est améliorée autant en exactitude qu'en vitesse. Enfin, il a progressé en manipulation phonémique notamment en suppression phonémique, où il a obtenu des résultats significativement meilleurs après l'entraînement « lettres-syllabes ». En somme, les trois enfants présentant un TDL ont tiré bénéfice d'un entraînement spécifique sur l'unité syllabique.

L'étude n°7 présentée dans la thèse de Vazeux (2021, p. 283) propose la même méthodologie que l'étude n°6, mais cette fois auprès de quatre enfants en difficulté de lecture. Le premier participant a été diagnostiqué dyslexique. Les trois autres participants présentaient des difficultés repérées par leurs enseignants. Ces mêmes participants évoluaient dans un contexte bilingue. Les deux premiers participants étaient scolarisés en CE1 et les deux autres en CM1. Les résultats ont aussi mis en évidence des progrès significatifs dans au moins une des mesures pour chaque enfant. Tous se sont améliorés dans la tâche de suppression phonémique. Les trois premiers participants ont progressé en lecture de pseudomots soit en exactitude soit en vitesse. Plus précisément, le participant 1, diagnostiqué dyslexique, a obtenu des scores plafonds en connaissance du nom et du son des lettres et en conscience syllabique avant l'intervention. Il a progressé en suppression phonémique mais pas en identification du phonème commun après l'intervention. Enfin, son exactitude en lecture s'est significativement améliorée après l'entraînement « lettres-syllabe » au détriment de sa vitesse puisque ses temps de latence ont augmenté après l'intervention. Tout comme les enfants présentant un TDL, ceux ayant des difficultés en langage écrit, spécifiques ou pas, ont aussi tiré bénéfice de l'entraînement « lettres-syllabe » décrit dans ce mémoire.

Conclusion

Notamment dans le but d'optimiser l'automatisation du processus de lecture et la remédiation des troubles de l'apprentissage de la lecture, ce mémoire avait pour objectif d'identifier quelle unité phonologique est la plus pertinente pour cet apprentissage : le phonème ou la syllabe. Pour ce faire, à partir des données de la littérature sur l'unité syllabique, nous avons décidé de comparer les effets de deux entraînements lettres-sons

auprès d'enfants prélecteurs. Dans la continuité de l'étude comportementale de Vazeux et al. (2020), un des entraînements ciblait les correspondances lettres-syllabes et l'autre, les correspondances lettres-phonèmes.

Du fait des conditions sanitaires, nous avons pu analyser les résultats et les profils de deux participants uniquement. Ils avaient tous les deux bénéficié d'un entraînement « lettres-syllabe ». L'analyse proposée dans ce mémoire n'a donc pas permis de comparer les données comportementales et électrophysiologiques selon le groupe d'entraînement. En effet, nous avons seulement pu comparer les facteurs intragroupe : le moment (prétest ; post-test) et le type d'item (syllabes ; consonnes ; symboles). En outre, les ANOVAs n'ont pas pu être réalisées, l'analyse présentée est donc qualitative.

Au niveau des données comportementales, les deux participants ont progressé en lecture de syllabes suite à leur entraînement « lettres-syllabe ». D'autre part, leur conscience phonologique respective s'est aussi améliorée consécutivement à leur entraînement, confirmant les résultats de l'étude de Vazeux et al. (2020). Au niveau des données électrophysiologiques, la participante 1 a obtenu des topographies typiques de la composante N170 dès le prétest témoignant d'un début d'acquisition des CGP avant l'entraînement. Le participant 2 quant à lui, a obtenu des topographies typiques de celles de la composante N170 au post-test. Les négativités occipito-temporales de la composante N170 étaient plus importantes pour les conditions langagières que pour la condition non langagière. Ces données sont en faveur d'un bénéfice de l'entraînement syllabique. Cette étude n'étant pas terminée, il sera intéressant de comparer ces résultats avec ceux d'un participant ayant bénéficié d'un entraînement « lettre-phonème ». L'objectif actuel est d'inclure de nouveaux participants et de réaliser les évaluations et les entraînements. Cela nous permettra d'obtenir plus de résultats et de les comparer statistiquement selon leur groupe, le moment et le type d'item. De plus, nous pourrions les analyser au regard des résultats obtenus par Vazeux et al. (2020) et des sous-groupes d'apprentis lecteurs qui ont été identifiés.

Les résultats de cette étude pourraient fournir de nouveaux arguments dans le choix des méthodes pédagogiques d'apprentissage de la lecture. Plus précisément dans le débat actuel entre les approches analytique et synthétique. Au regard des données récoltées dans ce mémoire et celles de Vazeux et al. (2020), un entraînement syllabique permet d'améliorer la conscience phonologique des enfants prélecteurs. Ainsi, il serait pertinent de développer l'approche analytique ou dite syllabique dans les méthodes pédagogiques d'apprentissage de la lecture. Par la suite, cette étude pourrait permettre d'élaborer des protocoles pédagogiques adaptés à l'attention d'enfants tout-venant et d'enfants présentant des difficultés d'apprentissage de la lecture. À plus long terme, à l'aide d'études complémentaires comme celles proposées dans la thèse de Vazeux (2021), des protocoles basés sur l'unité syllabique pourraient être utilisés lors de rééducations orthophoniques de troubles du langage écrit, spécifiques ou non. En effet, les enfants présentant un TDL ou une dyslexie semblent tirer bénéfice d'un entraînement syllabique. Il serait même envisageable d'utiliser l'unité syllabique comme moyen de remédiation auprès de patients atteints de troubles acquis de la lecture (Friedman & Lott, 2002 ; Kim & Beaudoin-Parsons, 2007).

Bibliographie

- Alegria, J., Morais, J. (1979). Le développement de l'habileté d'analyse phonétique consciente de la parole et l'apprentissage de la lecture. *Psychology*, 183,251–270.
- Álvarez, C. J., García-Saavedra, G., Luque, J. L., & Taft, M. (2017). Syllabic parsing in children : A developmental study using visual word-spotting in Spanish. *Journal of Child Language*, 44(2), 380-401. <https://doi.org/10.1017/S0305000916000040>
- Araújo, S., Pacheco, A., Faísca, L., Petersson, K. M., & Reis, A. (2010). Visual rapid naming and phonological abilities : Different subtypes in dyslexic children. *International Journal of Psychology*, 45(6), 443-452. <https://doi.org/10.1080/00207594.2010.499949>
- Bara, F., Gentaz, É., & Colé, P. (2004). Les effets des entraînements phonologiques et multisensoriels destinés à favoriser l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants. *Enfance*, 56(4), 387. <https://doi.org/10.3917/enf.564.0387>
- Bateman, B. (1991). Teaching word recognition to slow-learning children. *Reading & Writing Quarterly*, 7(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/0748763910070102>
- Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP Manifestations of Processing Printed Words at Different Psycholinguistic Levels : Time Course and Scalp Distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(3), 235-260. <https://doi.org/10.1162/089892999563373>
- Bishop, D. V. M., Adams, C. V., & Norbury, C. F. (2006). Distinct genetic influences on grammar and phonological short-term memory deficits : Evidence from 6-year-old twins. *Genes, Brain and Behavior*, 5(2), 158-169. <https://doi.org/10.1111/j.1601-183X.2005.00148.x>
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T., & Consortium, and the C.-2. (2017). Phase 2 of CATALISE : A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), 1068-1080. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12721>
- Blevins, J. (1995). The syllable in phonological theory. In A. D. Goldsmith (Ed.), *The Handbook of Phonological Theory* (pp. 206-244). Cambridge: Blackwell.
- Bosse, M.-L., & Zagar, D. (2016). La conscience phonémique en maternelle : Etat des connaissances et Proposition d'évolution des pratiques pédagogiques actuelles. *ANAE - Approche Neuropsychologique des Apprentissages Chez L'enfant*, ANAE/PLEIOMEDIA. hal-01623137.
- Brandeis, D., Lehmann, D., Michel, C. M., & Mingrone, W. (1995). Mapping event-related brain potential microstates to sentence endings. *Brain Topography*, 8(2), 145-159. <https://doi.org/10.1007/BF01199778>
- Brandt, J., & Rosen, J. J. (1980). Auditory phonemic perception in dyslexia : Categorical identification and discrimination of stop consonants. *Brain and Language*, 9(2), 324-337. [https://doi.org/10.1016/0093-934X\(80\)90152-2](https://doi.org/10.1016/0093-934X(80)90152-2)
- 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., Lang-Dullenkopf, A., Maurer, U., Halder, P., Bucher, K., & Brandeis, D. (2005). Neurophysiological signs of rapidly emerging visual expertise for symbol strings: *NeuroReport*, 16(1), 45-48. <https://doi.org/10.1097/00001756-200501190-00011>
- Brochard, R., Tassin, M., & Zagar, D. (2013). Got rhythm... for better and for worse. Cross-modal effects of auditory rhythm on visual word recognition. *Cognition*, 127(2), 214-219. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.01.007>
- Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1989). Phonemic Awareness and Letter Knowledge in the Child's Acquisition of the Alphabetic Principle. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 313-321. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.3.313>
- Carreiras, M., Álvarez, J.C., & de Vega, M. (1993). Syllable frequency and visual word recognition in Spanish. *Journal of Memory and Language*, 32(6), 766-780. <https://doi.org/10.1006/jmla.1993.1038>
- Carreiras, M., & Perea, M. (2004). Naming pseudowords in Spanish: Effects of syllable frequency. *Brain and Language*, 90(1-3), 393-400. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2003.12.003>
- Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, 91(1), 77-111. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(03\)00164-1](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(03)00164-1)
- Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the Reading Wars : Reading Acquisition From Novice to Expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5-51. <https://doi.org/10.1177/1529100618772271>
- Catach, N. (2003). *L'orthographe française*. Nathan Université.
- Chetail, F., & Mathey, S. (2009). The syllable frequency effect in visual recognition of French words: A study in skilled and beginning readers. *Reading and Writing*, 22(8), 955-973. <https://doi.org/10.1007/s11145-008-9135-9>
- Colé, P., Magnan, A., & Grainger, J. (1999). Syllable-sized units in visual word recognition: Evidence from skilled and beginning readers of French. *Applied Psycholinguistics*, 20(4), 507-532. <https://doi.org/10.1017/S0142716499004038>
- Coltheart, M., Rastle K., Perry, C., Langdon, R. et Ziegler, J. (2001). DRC: A Dual Route Cascaded Model of Visual Word Recognition and Reading Aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.204>
- Conrad, M., & Jacobs, A. (2004). Replicating syllable frequency effects in Spanish in German: One more challenge to computational models of visual word recognition. *Language and Cognitive Processes*, 19(3), 1-1. <https://doi.org/10.1080/769813933>
- Conrad, M., Grainger, J., & Jacobs, A. M. (2007). Phonology as the source of syllable frequency effects in visual word recognition: Evidence from French. *Memory & Cognition*, 35(5), 974-983. <https://doi.org/10.3758/BF03193470>
- De Weirtdt, W. (1988). Speech perception and frequency discrimination in good and poor readers. *Applied Psycholinguistics*, 9(2), 163-183. <https://doi.org/10.1017/S0142716400006792>
- Dehaene, S. (1995). Electrophysiological evidence for category-specific word processing in the normal human brain. *NeuroReport*, 6(16), 2153-2157. <https://doi.org/10.1097/00001756-199511000-00014>
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Filho, G. N., Jobert, A., Dehaene-Lambertz, G., Kolinsky, R., Morais, J., & Cohen, L. (2011). L'impact de l'apprentissage de la lecture sur le cerveau. *médecine/sciences*, 27(3), 236-238. <https://doi.org/10.1051/medsci/2011273236>

- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Filho, G. N., Jobert, A., Dehaene-Lambertz, G., Kolinsky, R., Morais, J., & Cohen, L. (2010). How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language. *Science*, 330(6009), 1359-1364. <https://doi.org/10.1126/science.1194140>
- Doignon, N., & Zagar, D. (2005). Illusory conjunctions in French : The nature of sublexical units in visual word recognition. *Language and Cognitive Processes*, 20(3), 443-464. <https://doi.org/10.1080/01690960444000269>
- Doignon, N., & Zagar, D. (2006). Les enfants en cours d'apprentissage de la lecture perçoivent-ils la syllabe à l'écrit? *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 60(4), 258-274. <https://doi.org/10.1037/cjep2006024>
- Doignon, N., & Zagar, D. (2006). Les enfants en cours d'apprentissage de la lecture perçoivent-ils la syllabe à l'écrit? *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 60(4), 258-274. <https://doi.org/10.1037/cjep2006024>
- Doignon-Camus, N., & Zagar, D. (2014). The syllabic bridge : The first step in learning spelling-to-sound correspondences*. *Journal of Child Language*, 41(5), 1147-1165. <https://doi.org/10.1017/S0305000913000305>
- Doignon-Camus, N., Seigneuric, A., Perrier, E., Sisti, A., & Zagar, D. (2013). Evidence for a preserved sensitivity to orthographic redundancy and an impaired access to phonological syllables in French developmental dyslexics. *Annals of Dyslexia*, 63(2), 117-132. <https://doi.org/10.1007/s11881-012-0075-3>
- Duncan, L. G., Castro, S. L., Defior, S., Seymour, P. H. K., Baillie, S., Leybaert, J., Mousty, P., Genard, N., Sarris, M., Porpodas, C. D., Lund, R., Sigurðsson, B., Þráinsdóttir, A. S., Sucena, A., & Serrano, F. (2013). Phonological development in relation to native language and literacy : Variations on a theme in six alphabetic orthographies. *Cognition*, 127(3), 398-419. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.02.009>
- Ecalte, J., & Magnan, A. (2006). Des difficultés en lecture à la dyslexie: problèmes d'évaluation et de diagnostic. *Glossa*, 79, 4-19.
- Ecalte, J., Kleinsz, N., & Magnan, A. (2013). Computer-assisted learning in young poor readers : The effect of grapho-syllabic training on the development of word reading and reading comprehension. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1368-1376. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.01.041>
- Ecalte, J., Magnan, A., & Bouchafa, H. (2002). Le développement des habiletés phonologiques avant et au cours de l'apprentissage de la lecture : De l'évaluation à la remédiation. *Glossa*, 82, 4-12.
- Ecalte, J., Magnan, A., & Calmus, C. (2009). Lasting effects on literacy skills with a computer-assisted learning using syllabic units in low-progress readers. *Computers & Education*, 52(3), 554-561. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.10.010>
- Ehri, L. C. (2005). Learning to Read Words: Theory, Findings, and Issues. *Scientific Studies of Reading*, 9(2), 167-188. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0902_4
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Stahl, S. A., & Willows, D. M. (2001). Systematic Phonics Instruction Helps Students Learn to Read : Evidence from the National Reading Panel's Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 393-447. <https://doi.org/10.3102/00346543071003393>
- Foulin, J.-N. (2007). La connaissance des lettres chez les prélecteurs : Aspects pronostiques, fonctionnels et diagnostiques. *Psychologie Française*, 52(4), 431-444. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2006.12.004>

- Friedman, R. B., & Lott, S. N. (2002). Successful blending in a phonological reading treatment for deep alexia. *Aphasiology*, 16(3), 355-372. <https://doi.org/10.1080/02687040143000627>
- Gallagher, A., Frith, U., & Snowling, M. J. (2000). Precursors of Literacy Delay among Children at Genetic Risk of Dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(2), 203-213. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00601>
- Gallet, C., Viriot-Goeldel, C., & Leclercq, V. (2019). Effects of an early reading intervention based on graphosyllabic decoding and fluency training in French elementary schools. *European Review of Applied Psychology*, 70(1), 100471. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2019.100471>
- Germain, B. (2005). Le choix d'une méthode d'apprentissage de la lecture : Un débat, des querelles et des perspectives. *Le Débat*, 135(3), 188. <https://doi.org/10.3917/deba.135.0188>
- Godfrey, J. J., Syrdal-Lasky, A. K., Millay, K. K., & Knox, C. M. (1981). Performance of dyslexic children on speech perception tests. *Journal of Experimental Child Psychology*, 32(3), 401-424. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(81\)90105-3](https://doi.org/10.1016/0022-0965(81)90105-3)
- Goigoux, R. (2004). Méthodes et pratiques d'enseignement de la lecture. *Revue des HEP de Suisse romande et du Tessin*, 1, 37-56.
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6-10. <https://doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Hillairet de Boisferon, A., Colé, P., & Gentaz, E. (2010). Connaissance du nom et du son des lettres, habiletés métaphonémiques et capacités de décodage en grande section de maternelle. *Psychologie Française*, 55(2), 91-111. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2010.05.005>
- Hulme, C., Bowyer-Crane, C., Carroll, J. M., Duff, F. J., & Snowling, M. J. (2012). The Causal Role of Phoneme Awareness and Letter-Sound Knowledge in Learning to Read : Combining Intervention Studies With Mediation Analyses. *Psychological Science*, 23(6), 572-577. <https://doi.org/10.1177/0956797611435921>
- Hulme, C., Hatcher, P. J., Nation, K., Brown, A., Adams, J., & Stuart, G. (2002). Phoneme Awareness Is a Better Predictor of Early Reading Skill Than Onset-Rime Awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82(1), 2-28. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2670>
- Justice, L. M., & Ezell, H. K. (2004). Print Referencing : An Emergent Literacy Enhancement Strategy and its Clinical Applications. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 35(2), 185-193. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2004/018\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2004/018))
- Kim, M., & Beaudoin-Parsons, D. (2007). Training phonological reading in deep alexia : Does it improve reading words with low imageability? *Clinical Linguistics & Phonetics*, 21(5), 321-351. <https://doi.org/10.1080/02699200701245415>
- Kirby, J. R., Parrila, R. K., & Pfeiffer, S. L. (2003). Naming speed and phonological awareness as predictors of reading development. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 453-464. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.3.453>
- Laganaro, M., & Alario, F.-X. (2006). On the locus of the syllable frequency effect in speech production. *Journal of Memory and Language*, 55(2), 178-196. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.05.001>
- Lerner, M. D., & Lonigan, C. J. (2016). Bidirectional relations between phonological awareness and letter knowledge in preschool revisited : A growth curve analysis of the relation between two code-related skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 144, 166-183. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.09.023>

- Levin, I., & Landsmann, L. T. (1989). Becoming Literate : Referential and Phonetic Strategies in Early Reading and Writing. *International Journal of Behavioral Development*, 12(3), 369-384. <https://doi.org/10.1177/016502548901200306>
- Leybaert, J., & Content, A. (1995). Reading and spelling acquisition in two different teaching methods : A test of the independence hypothesis. *Reading and Writing*, 7(1), 65-88. <https://doi.org/10.1007/BF01026948>
- Liberman, A. M., Harris, K. S., Hoffman, H. S., & Griffith, B. C. (1957). *The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries*. *Journal of Experimental Psychology*, 54(5), 358–368. <https://doi.org/10.1037/h0044417>
- 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>
- Macizo, P., & Van Petten, C. (2007). Syllable frequency in lexical decision and naming of English words. *Reading and Writing*, 20(4), 295-331. <https://doi.org/10.1007/s11145-006-9032-z>
- 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>
- Martinez Perez, T., Majerus, S., & Poncelet, M. (2013). Impaired short-term memory for order in adults with dyslexia. *Research in Developmental Disabilities*, 34(7), 2211-2223. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.04.005>
- Masters, J. C., Barden, R. C., & Ford, M. E. (1979). Affective states, expressive behavior, and learning in children. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37(3), 380-390. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.37.3.380>
- Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., & Brandeis, D. (2005). Emerging Neurophysiological Specialization for Letter Strings. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1532-1552. <https://doi.org/10.1162/089892905774597218>
- Maurer, U., Brem, S., Kranz, F., Bucher, K., Benz, R., Halder, P., Steinhausen, H.-C., & Brandeis, D. (2006). Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read. *NeuroImage*, 33(2), 749-758. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.06.025>
- Maurer, U., Schulz, E., Brem, S., der Mark, S. van, Bucher, K., Martin, E., & Brandeis, D. (2011). The development of print tuning in children with dyslexia: Evidence from longitudinal ERP data supported by fMRI. *NeuroImage*, 57(3), 714-722. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.055>
- McArthur, G. M., Hogben, J. H., Edwards, V. T., Heath, S. M., & Mengler, E. D. (2000). On the “specifics” of specific reading disability and specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41, 869–874. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00674>
- 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), 196-205. <https://doi.org/10.1002/mrdd.10080>
- Mehler, J., Dommergues, J. Y., Frauenfelder, U., & Segui, J. (1981). The syllable's role in speech segmentation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20(3), 298-305. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(81\)90450-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(81)90450-3)
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read : A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138(2), 322-352. <https://doi.org/10.1037/a0026744>

- Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read : A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138(2), 322-352. <https://doi.org/10.1037/a0026744>
- Menghini, D., Finzi, A., Benassi, M., Bolzani, R., Facchetti, A., Giovagnoli, S., Ruffino, M., & Vicari, S. (2010). Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia : A comparative study. *Neuropsychologia*, 48(4), 863-872. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.003>
- Mewhort, D. J., & Beal, A. L. (1977). Mechanisms of word identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3(4), 629. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.3.4.629>
- Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports. (2021). *Pour enseigner la lecture et l'écriture au CP*. <https://eduscol.education.fr/document/1508/download?attachment>
- Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition*, 7(4), 323-331. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(79\)90020-9](https://doi.org/10.1016/0010-0277(79)90020-9)
- Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition*, 7(4), 323-331. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(79\)90020-9](https://doi.org/10.1016/0010-0277(79)90020-9)
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. J., & Stevenson, J. (2004). Phonemes, Rimes, Vocabulary, and Grammatical Skills as Foundations of Early Reading Development : Evidence From a Longitudinal Study. *Developmental Psychology*, 40(5), 665-681. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.5.665>
- National Early Literacy Panel (2008). Developing early literacy. <http://lincs.ed.gov/publications/pdf/NELPReport09.pdf>
- 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*, Numéro 501(3), 291. <https://doi.org/10.3917/bupsy.501.0291>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11145-008-9159-1>
- Perea, M., & Carreiras, M. (1998). Effects of Syllable Frequency and Syllable Neighborhood Frequency in Visual Word Recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(1), 134-144. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.1.134>
- Piquard-Kipffer, A. (2003). *Prédiction des difficultés spécifiques (dyslexie) ou de la réussite en lecture: une étude longitudinale de 85 enfants de la grande section de maternelle à la fin du CE1* (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat non publiée. Université de Paris-VII).
- Prinzmetal, W., Treiman, R., & Rho, S. H. (1986). How to see a reading unit. *Journal of Memory and Language*, 25(4), 461-475. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(86\)90038-0](https://doi.org/10.1016/0749-596X(86)90038-0)
- Raven JC (2002) Coloured Progressive Matrices (CPM) (Harcourt Test Services, Frankfurt).
- Rayner, K., Foorman, B. R., Perfetti, C. A., Pesetsky, D., & Seidenberg, M. S. (2001). How Psychological Science Informs the Teaching of Reading. *Psychological Science in the Public Interest*, 2(2), 31-74. <https://doi.org/10.1111/1529-1006.00004>
- Reed, M. A. (1989). Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48(2), 270-292. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(89\)90006-4](https://doi.org/10.1016/0022-0965(89)90006-4)

- Rossion, B., Joyce, C. A., Cottrell, G. W., & Tarr, M. J. (2003). Early lateralization and orientation tuning for face, word, and object processing in the visual cortex. *NeuroImage*, 20(3), 1609-1624. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.07.010>
- Sacchi, E., & Laszlo, S. (2016). An event-related potential study of the relationship between N170 lateralization and phonological awareness in developing readers. *Neuropsychologia*, 91, 415-425. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.09.001>
- Sacchi, E., & Laszlo, S. (2016). An event-related potential study of the relationship between N170 lateralization and phonological awareness in developing readers. *Neuropsychologia*, 91, 415-425. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.09.001>
- Scarborough, H. S. (1998). Predicting the future achievement of second graders with reading disabilities : Contributions of phonemic awareness, verbal memory, rapid naming, and IQ. *Annals of Dyslexia*, 48(1), 115-136. <https://doi.org/10.1007/s11881-998-0006-5>
- Schatschneider, C., Fletcher, J. M., Francis, D. J., Carlson, C. D., & Foorman, B. R. (2004). Kindergarten Prediction of Reading Skills : A Longitudinal Comparative Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 96(2), 265-282. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.2.265>
- Sermier Dessemontet, R., & Martinet, C. (2016). Lecture et déficience intellectuelle : Clés de compréhension et d'intervention. *Revue Suisse de Pédagogie Spécialisée*, 3, 40-47.
- Serniclaes, W., Heghe, S. V., Mousty, P., Carré, R., & Sprenger-Charolles, L. (2004). Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(4), 336-361. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.02.001>
- Serniclaes, W., Sprenger-Charolles, L., Carré, R., & Demonet, J.-F. (2001). Perceptual Discrimination of Speech Sounds in Developmental Dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(2), 384-399. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/032\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/032))
- Seymour, P. H. K., Aro, M., Erskine, J. M., & Network, collaboration with C. A. A. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, 94(2), 143-174. <https://doi.org/10.1348/000712603321661859>
- Shankweiler, D., Liberman, I. Y., Mark, L. S., Fowler, C. A., & Fischer, F. W. (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>
- Simon, G., Bernard, C., Lalonde, R., & Rebaï, M. (2006). Orthographic transparency and grapheme-phoneme conversion : An ERP study in Arabic and French readers. *Brain Research*, 1104(1), 141-152. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.05.071>
- Snowling, M. J., Gallagher, A., & Frith, U. (2003). Family Risk of Dyslexia Is Continuous : Individual Differences in the Precursors of Reading Skill. *Child Development*, 74(2), 358-373. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.7402003>
- Torgerson, C.J., Brooks, G. and Hall, J. (2006). A Systematic Review of the Research Literature on the Use of Phonics in the Teaching of Reading and Spelling. London: Department for Education and Skills Research Report 711. ISBN 1 84478 659 5
- Treiman, R. (1994). Use of consonant letter names in beginning spelling. *Developmental Psychology*, 30(4), 567-580. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.30.4.567>
- 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.
- Treiman, R. (2006). Knowledge about letters as a foundation for reading and spelling. In *Handbook of Orthography and Literacy* (p. 581-599).

- Vazeux, M. (2021). *Apprentissage et enseignement de la lecture : le rôle de la syllabe pour construire les relations orth-phonologiques* [thèse de doctorat]. Université de Strasbourg.
- 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), 22130. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79240-y>
- Vitacco, D., Brandeis, D., Pascual-Marqui, R., & Martin, E. (2002). Correspondence of event-related potential tomography and functional magnetic resonance imaging during language processing. *Human Brain Mapping*, 17(1), 4-12. <https://doi.org/10.1002/hbm.10038>
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101(2), 192-212. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.2.192>
- Worden, P. E., & Boettcher, W. (1990). Young Children's Acquisition of Alphabet Knowledge. *Journal of Reading Behavior*, 22(3), 277-295. <https://doi.org/10.1080/10862969009547711>
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading Across Languages : A Psycholinguistic Grain Size Theory. *Psychological Bulletin*, 131(1), 3-29. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3>

Liste des annexes

Annexe n°1 : Lettre d'information destinée aux parents.

Annexe n°2 : Lettre d'information destinée aux enfants.

Annexe n°3 : Consentement de participation destiné aux parents.

Annexe n°4 : Matrices des pré- et post-tests.

Annexe n°5 : Questionnaire à destination des parents.

Annexe n°6 : Exemple de matériel pour la tâche de lecture.

Annexe n°7 : Exemple de matériel pour le jeu de dé.

Annexe n°8 : Exemple de matériel pour le jeu de loto.

Annexe n°9 : Exemple de matériel pour le jeu d'appariement.

Annexe n°10 : Exemple de matériel pour le jeu de relais.

Annexe n°11 : Exemple de matériel pour la séance de combinatoire.